

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Departamento de Fisiología Animal



TESIS DOCTORAL

Fisiología de la reproducción y biología del lenguado (*Solea solea* L.)

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Jesús Ramos Jara

Madrid, 2015

Jesús Ramos Jara

TP
1981
163



* 5 3 0 9 8 5 6 3 0 9 *
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

Y-53-012928-2

FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION Y BIOLOGIA DEL LENGUADO
(SOLEA SOLEA L.)

Departamento de Fisiología Animal
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid
L981



BIBLIOTECA

© Jesús Ramos Jara .
Edita e imprime la Editorial de la Universidad
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía
Noviciado, 3 Madrid-8
Madrid, 1981
Xerox 9200 XB 480
Depósito Legal: M-23085-1981

JESUS RAMOS JARA

FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION Y BIOLOGIA DEL LENGUADO
(Solea solea L.)

Director: Dr. Arsenio Fraile Ovejero
Catedrático de Fisiología Animal

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
Facultad de Ciencias
Sección de Biológicas
Año 1.979

A mi esposa e hijo

PROLOGO

El extraordinario auge que han adquirido en la actualidad los cultivos marinos, está basado en gran parte en los avances realizados en el conocimiento fisiológico y biológico de las especies con interés comercial. En este sentido hemos dirigido nuestras investigaciones con el lenguado (Solea solea L.), estudiando determinados aspectos de la fisiología de la reproducción tales como la acción de las hormonas gonadotropas, de cuya eficacia no se tenían datos suficientes en esta especie. La utilización de estos métodos de inducción a puesta pueden ser muy importantes de cara a su aplicación práctica en piscicultura. Por otra parte, el estudio de la ovogénesis y la espermatogénesis en esta especie ha contribuido al conocimiento más amplio de las transformaciones gonadales que tienen lugar a lo largo del ciclo sexual.

En la segunda parte de este trabajo se ha estudiado por vez primera la biología del lenguado (S. solea L.) del Mediterráneo occidental, próximo a las costas de Castellón de la Plana, abarcando temas tan importantes como su distribución, régimen y comportamiento alimentario, sexualidad, crecimiento y edad y desarrollo embrionario y larval. Asimismo, se ha estudiado la conducta de esta especie en condiciones de cautividad.

Sea mi primera manifestación de sincero agradecimiento a la Excm. Diputación de Castellón de la Plana, por haber contribuido al mantenimiento de la beca que ha hecho posible la realización de los estudios que constituyen el presente trabajo. Agradezco a mi esposa D^a M^a Teresa Beltrán su valiosa ayuda en la delineación de

las figuras y en la edición del presente manuscrito.

Por otra parte, quiero agradecer a mi profesor, el Dr. Arsenio Fraile Ovejero, la confianza que me ha manifestado y los numerosos consejos y sugerencias prodigados, así como el haber asumido la responsabilidad de la dirección de este trabajo. También quiero mostrar mi agradecimiento a los Drs. Silvia Zenuy y Manuel Carrillo por su enseñanza de las técnicas histológicas y por las sugerencias y consejos de ellos recibidos; al Dr. Felipe Muñoz por su ayuda en los pesajes de precisión; a D. Eusebio Ramos por la comprobación y ayuda en los análisis estadísticos de los datos y a D. Santiago Roures por sus sugerencias en este mismo sentido.

La parte experimental de esta tesis ha sido realizada en las antiguas instalaciones del laboratorio del Grao de Castellón del Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras. Doy las gracias a su director D. José M^a San Feliu y a todos mis compañeros de laboratorio por su ayuda desinteresada.

INDICE

I. FISILOGIA DE LA REPRODUCCION.

1.-INTRODUCCION.

1.1.-ENDOCRINOLOGIA DE LA REPRODUCCION.

1.1.1.-Hipotálamo1.1.2.-Hipófisis.1.1.2.1.-Gonadotropinas hipofisarias.1.1.2.2.-Actividad de diversas hormonas hipofisarias.1.1.3.-Gónadas.1.1.4.-Glándulas extrahipofisarias.1.1.4.1.-Pineal.1.1.4.2.-Tiroides.1.1.4.3.-Interrenal.1.2.-INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS EN LA REPRODUCCION EN
PECES.1.2.1.-Fotoperíodo.1.2.2.-Temperatura.1.2.3.-Salinidad.1.2.4.-Otros factores.2.-INDUCCION A LA PUESTA EN EL LENGUADO (S.solea L.).

2.1.-MATERIAL Y METODOS

2.1.1.-Captura, transporte y mantenimiento de los reproductores.2.1.2.-Método de inyección.2.1.3.-Método de examen de la madurez ovárica.2.1.4.-Tratamientos utilizados.

2.2.-RESULTADOS.

2.3.-DISCUSION.

3.-ANATOMIA MICROSCOPICA DE LAS GONADAS DE S. solea L.

3.1.-MATERIAL Y METODOS.

3.2.-RESULTADOS.

3.2.1.-El ovario de S. solea L.

3.2.1.1.-Estados de crecimiento de los ovocitos.

3.2.1.1.1.-Primera fase de crecimiento.

3.2.1.1.2.-Segunda fase de crecimiento.

3.2.1.1.3.-Atresia.

3.2.2.-El testículo de S. solea L.

3.2.2.1.-Los tipos celulares germinales.

3.3.-DISCUSION.

II. BIOLOGIA DEL LENGUADO (S. solea L.).

1.-INTRODUCCION.

2.-SISTEMATICA.

2.1.-POSICION SISTEMATICA.

2.2.-CARACTERES GENERALES DE LA ESPECIE.

2.3.-PRESENCIA DE S. senegalensis Kaup. EN EL MEDITERRANEO.

2.3.1.-Diferencias con respecto a S. solea L.

3.-MUESTREOS.

3.1.-AREA DE MUESTREO.

3.2.-ANALISIS DE LAS TECNICAS DE MUESTREO.

3.2.1.-Condiciones de la pesca.

3.2.2.-Técnicas de muestreo.

4.-CARACTERES MORFOLOGICOS DEL LENGUADO (Solea solea L.) DE LAS

COSTAS PROXIMAS A CASTELLON.

4.1.-CARACTERES METRICOS.

4.2.-INDICES.

4.3.-RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

5.-REYIMEN ALIMENTARIO.

5.1.-MATERIAL Y METODOS.

5.2.-RESULTADOS Y DISCUSION.

5.2.1.-El índice de vacuidad.

5.2.2.-Composición del régimen alimentario.

5.2.3.-Variaciones mensuales del régimen alimentario y con respecto a la talla.

5.3.-COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO.

5.4.-CONCLUSIONES.

6.-SEXUALIDAD.

6.1.-MATERIAL Y METODOS.

6.2.-RESULTADOS.

6.2.1.-Variaciones mensuales del índice gonosomático y según las tallas.

6.2.2.-Evolución mensual del índice hepatosomático y en función de la talla.

6.2.3.-Variaciones del índice de condición (K).

6.2.4.-Diferencias intergonadales.

6.2.5.-Evolución de los diferentes estados de madurez sexual.

6.2.6.-Fecundidad.

6.2.7.-Proporción de sexos.

6.3.-DISCUSION Y CONCLUSIONES.

7.-DESARROLLO EMBRIONARIO.

- 7.1.-MATERIAL Y METODOS.
- 7.2.-RESULTADOS.
- 8.-ESTADO LARVARIO Y POSTLARVARIO.
 - 8.1.-MATERIAL Y METODOS.
 - 8.2.-RESULTADOS.
 - 8.2.1.-Estado prelarval.
 - 8.2.2.-Fase larval.
 - 8.2.3.-Estado postlarval.
- 9.-EDAD Y CRECIMIENTO.
 - 9.1.-METODO DE ESTUDIO.
 - 9.2.-CRECIMIENTO EN LONGITUD.
 - 9.3.-CRECIMIENTO EN PESO.
 - 9.4.-CRECIMIENTO RELATIVO.
 - 9.5.-EXPRESION MATEMATICA DEL CRECIMIENTO.
 - 9.6.-CRECIMIENTO DEL OTOLITO.
- 10.-COMPORTAMIENTO DEL LENGUADO (S. solea L.) EN CAUTIVIDAD.
 - 10.1.-PERIODOS DE ACTIVIDAD EN EL LENGUADO (S. solea L.).
 - 10.2.-DISCUSION Y CONCLUSIONES.

III. CONCLUSIONES.

IV.-BIBLIOGRAFIA.

I. FISILOGIA DE LA REPRODUCCION

1.-INTRODUCCION

El estudio de la fisiología de la reproducción en los peces ha adquirido una gran importancia en los últimos años. Esto es debido a que las proteínas de origen animal empiezan a ser deficitarias, a que la superpoblación se va haciendo amenazante y a que la polución en ríos y mares es cada vez más devastadora. Estos factores han motivado el desarrollo extraordinario de la piscicultura y la maricultura, que podrían llegar a ser una excelente fuente de proteínas. (OLIVEREAU, 1977).

La reproducción, incluso en vertebrados inferiores, depende de sistemas sincronizados, más o menos evolucionados, cuya coordinación en el tiempo y en el espacio contribuye de manera efectiva a asegurar la perpetuación de las especies. La mayor parte de estos procesos reproductores son cadenas de reacciones cíclicas interdependientes y mutuamente controladas.

En los peces, al igual que en los vertebrados superiores, se han desarrollado unos complicados sistemas de interrelación e influencias mutuas que están regulados por medio de los sistemas endocrino y nervioso. Estos dos sistemas funcionan como una sola unidad, aunque en determinadas ocasiones puede ocurrir que uno de ellos actúe sobre el otro.

El conocimiento exacto de los factores que rigen la reproducción es de gran interés para el desarrollo de métodos y

técnicas de control de los procesos madurativos de las gónadas en diferentes épocas del año, con el fin de conseguir la producción continua de huevos y larvas de determinadas especies de interés comercial. Este aspecto es interesante desde el punto de vista de la piscicultura, ya que se podría conseguir la maduración sexual y la puesta en un período natural y fuera de la estación de freza. También, por medio de la reproducción controlada se puede acelerar o bloquear el desarrollo normal de las gónadas durante semanas o meses. Esta metodología se aplica de manera general en varias especies de salmónidos mediante la manipulación de los diferentes fotoperíodos. Sin embargo, los peces teleosteos son las especies que presentan mayores problemas con respecto a la reproducción controlada.

1.1.-Endocrinología de la reproducción en peces

El tema del control endocrino de la reproducción ha sido considerado por muchos autores: PICKFORD y ARTZ (1957); HOAR (1965, 1969); YAMAZAKI (1965); BALL y BAKER (1969); LILEY (1969); CHIEFFI (1972); HYDER (1972); REINBOTH (1972); DONALDSON (1973); BRETON y BILLARD (1974); DE VLAMING (1974); DODD (1975); BARANNIKOVA (1976); COLOMBO y BELVEDERE (1976); CHAUDHURI (1976); FONTAINE (1976); OLIVEAU (1977).

La integración y regulación de los procesos bioquímicos y físicos que controlan el desarrollo, el crecimiento, el metabolismo y la reproducción en los peces, se realizan por medio de los productos hormonales. Las glándulas de secreción interna tienen como función la elaboración de sustancias químicas que intervienen directa

mente en la reproducción, en los cambios morfológicos que acontecen, en la movilización de las reservas energéticas para el desarrollo gonadal y en las pautas de conducta sexual.

En los vertebrados, la maduración sexual depende fundamentalmente de factores externos (fotoperíodo, temperatura, alimentación, etc.) e internos (estimulación hipotalámica-hipofisaria y acciones secundarias de otras hormonas, suprarrenales, tiroideas y tal vez epifisarias) (OLIVEREAU, 1977). Esto queda expresado en la figura 1, donde además se pueden apreciar los diferentes niveles de organización del control endocrino de la reproducción en peces, en particular en los teleósteos. A continuación se van a estudiar éstos con mayor amplitud.

1.1.1.-Hipotálamo.

En los vertebrados, el hipotálamo representa el principal punto de unión entre el sistema nervioso y el endocrino.

Estudios histoquímicos y ultraestructurales han demostrado que la pituitaria de los Teleósteos está innervada por fibras neurosecretoras del tipo "B" que proceden del nucleus lateralis tuberis (NLT) del hipotálamo. En algunos ciprínidos, lesiones electrofíticas han permitido identificar un centro hipofisiotrofo en la parte posterior del nucleus lateralis tuberis y en la región posterior de la parte anterior del NLT, ya que dichas lesiones provocan una disminución significativa del índice gonosomático de los individuos normales y una atresia importante en los ovarios en pleno proceso de maduración (PETER y CRIM, 1978). Los experimentos realizados con trasplan-

tes de pituitaria han confirmado la influencia hipotalámica en la secreción de hormonas gonadotrópicas en los Teleósteos.

El eje endocrino principal comprende el decapeptido LH-RH ($\text{Glu-His-Trp-Ser-Tir-Glu-Leu-Arg-Pro-Gli-NH}_2$) que, administrado por vía intramuscular, intravenosa o intranasal, produce una descarga rápida e importante de LH y más reducida de FSH, controlando el desarrollo intersticial y la espermatogénesis en el macho así como la maduración folicular, la ovulación y la formación del cuerpo amarillo en la hembra (OLIVEREAU, 1977). En este producto no parece existir especificidad zoológica y está presente en todas las clases de vertebrados, incluso en peces. La inyección del decapeptido LH-RH provoca la ovulación en anfibios (VELLANO y col., 1974) y en Teleósteos (HIROSE e ISHIDA, 1974; DEERY, 1975; CRIM y col., 1974; ANONIMO, 1977, 1978a y b; WEIL y col., 1978). Sin embargo, en anguilas la aplicación intramuscular de LH-RH no altera de manera significativa el índice gonadosomático (FONTAINE y col., resultados inéditos; OLIVEREAU, 1977).

En los mamíferos, las células neurosecretoras del hipotálamo elaboran LH-RH transportándolo directamente, mediante el sistema portal, al lóbulo anterior de la hipófisis. En los Teleósteos, estos factores son probablemente transmitidos directamente a las células gonadotropas por vía neuronal desde el nucleus lateralis tuberis (NLT) (CHAMBOLLE, 1977).

La función del eje hipotalámico-hipofisario puede ser bloqueada mediante la administración de elevadas dosis de esteroides, las cuales interfieren por un mecanismo de "feedback", inhibiendo la secreción de gonadotropinas. El citrato de clomifeno es un desinhibidor que actúa a nivel del hipotálamo impidiendo la interacción entre

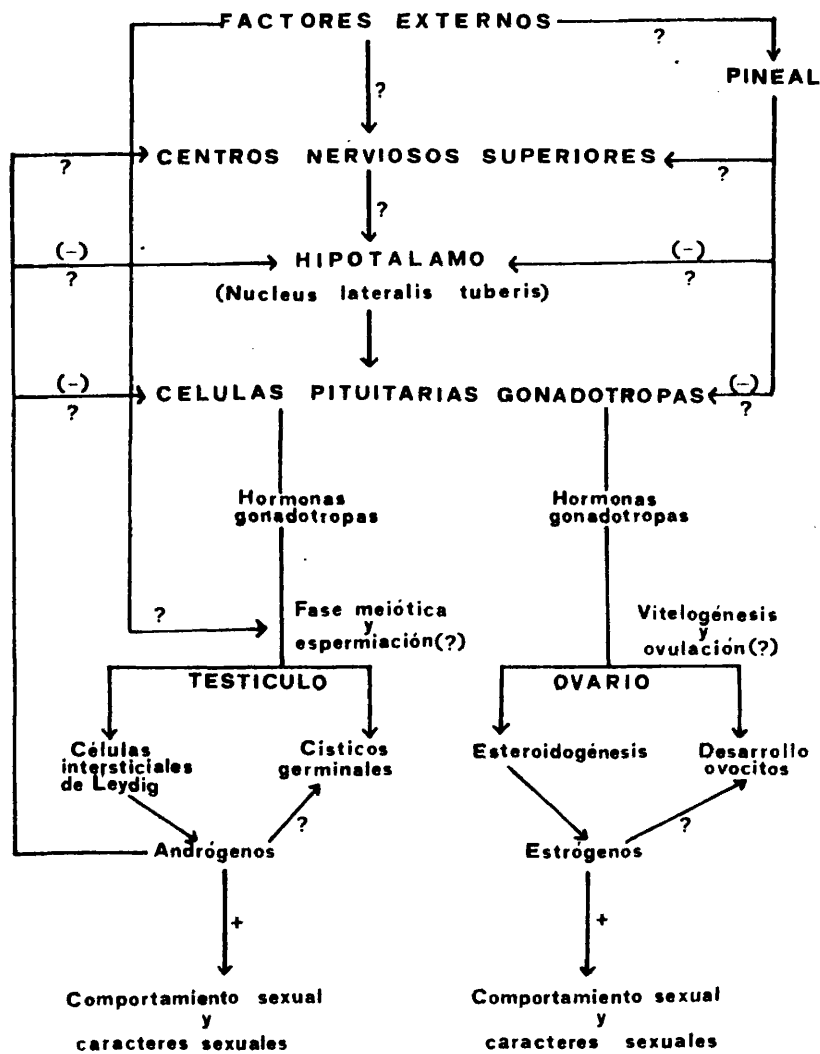


Fig. 1.- Principales niveles de organización del control fisiológico de la reproducción en peces.

los esteroides y los receptores hipotalámicos (DONALDSON, 1973; DE VLA-MING, 1974). Este producto de síntesis provoca la ovulación en Caras-sius auratus (PANDEY y col., 1973). BRETON y col. (1975) han seguido la evolución de los niveles de gonadotropina plasmática después de la aplicación de citrato de clomifeno, a fin de determinar la dosis óptima para producir una descarga idéntica a la que se observa durante la ovulación y la freza.

1.1.2.-Hipófisis

El mecanismo hipofisario es uno de los más importantes, tanto desde el punto de vista funcional como práctico. Además actúa de intermediario entre el sistema nervioso central y las gónadas.

La glándula hipofisaria, en los Teleósteos, se encuentra situada en el suelo del diencefalo, por detrás del quiasma óptico y delante del saco vasculoso (Fig. 2). Para su estudio se ha dividido la adenohipófisis en tres regiones, en las que están presentes diferentes tipos de células (CARRILLO, 1975) (Fig. 3):

a) la pars distalis rostrale, que ocupa la región antero dorsal y que contiene tres tipos de células distintos: eritrósinófilo (P), cromóforo (ACTH) y glicoproteico (TSH).

b) La pars distalis proximale, que se encuentra situada en la región central y que está constituida por dos tipos celulares: orangeófilo (STH) y glicoproteico (GSH).

c) La pars intermedia, que se halla en la porción ventro-posterior de la glándula. Las células están dispuestas en cordones delgados

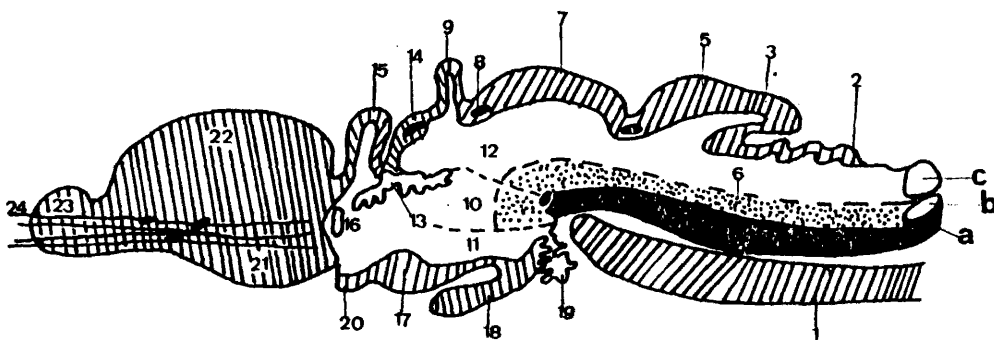


Fig.2.- Diagrama del encefalo de un pez.

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1.- Notocorda | a.-Placa ventral motriz |
| 2.- Plexo coroide | b,c.- Zonas motriz y sensorial |
| 3.- Fisura cerebelosa posterior | |
| 4.- Fisura cerebelosa anterior | |
| 5.- Cerebelo | |
| 6.- Medula | |
| 7.- Techo óptico | |
| 8.- Comisura posterior | |
| 9.- Epifisis | |
| 10.-Tálamo ventral | |
| 11.- Hipotálamo | |
| 12.- Tálamo | |
| 13.- Velo transversal | |
| 14.- Comisura habenuaria | |
| 15.- Parafisis | |
| 16.- Orificio de Monro | |
| 17.- Quiasma óptico | |
| 18.- Hipófisis | |
| 19.- Saco vascular | |
| 20.- Recessus óptico | |
| 21.- Cuerpos estriados | |
| 22.- Pallum | |
| 23.- Lóbulo olfativo | |
| 24.- Nervio terminal | |
- Según GOOBRIK, KUFFER y ARIENS KAPPERS (BERTIN, 1958).

ramificados y en estrecha relación con la neurohipófisis. Existen dos tipos de células: uno H.Pb4 (MSH) y otro glicoproteico (Os).

1.1.2.1.-Gonadotropinas hipofisarias

En mamíferos se ha determinado la existencia de dos tipos celulares glicoproteicos hipofisarios (LH y FSH). Sin embargo, en peces se ha demostrado la existencia de una alta especificidad en estas hormonas (FONTAINE, 1969). En estudios más recientes sobre el fraccionamiento del polvo hipofisario de la carpa (Cyprinus carpio L.) se ha conseguido la obtención de un solo factor (C-GTH) capaz de restaurar la gametogénesis en peces hipofisectomizados (BILLARD y col., 1970). Resultados similares se obtuvieron en el salmón Oncorhynchus tshawytscha por YAMAZAKI y DONALDSON (1968b) y por SUNDARARAJ y col., (1972b) en Heteropneustes fossilis. Todo esto nos hace pensar en una sola hormona hipofisaria en los peces, diferente de la LH y de la FSH de los vertebrados superiores (FONTAINE, 1976). En la hipófisis de Carrasius auratus, HAIDER y BLUM (1977) han obtenido dos subunidades, de manera que cada una de ellas induce a la espermatogénesis y a la espermiación mientras que la otra sólo estimula la espermatogénesis.

La existencia de uno o dos tipos de hormonas gonadotropas en algunas especies de peces ha sido muy discutida por diferentes autores: BALL y BAKER (1969); McBRIDE y VAN OVERBEERE (1969); CARRILLO (1975); OLIVEREAU (1976, 1977, 1978); DIMOVSKA (1977). Los argumentos aducidos son de valor desigual y ampliamente discutibles (FONTAINE, 1976).

Al igual que en los vertebrados superiores, la hi-

pófisis de los peces elabora una gonadotropina que está constituida por dos subunidades: una alfa, no específica, y otra beta, específica. Esta hormona ha sido aislada en el salmón del Pacífico (YAMAZAKI y DONALDSON, 1968; DONALDSON, 1973) e interviene directamente en determinadas etapas del ciclo reproductor estimulando la producción de esteroides sexuales.

La gonadotropina de salmón restablece o provoca la espermatogénesis en muchas especies (Carassius auratus, YAMAZAKI y DONALDSON, 1968, 1969; Heteropneustes, SUNDARARAJ y col., 1972; Mugil cephalus, SHEHADEH y col., 1973a). El extracto hipofisario de carpa restablece la espermatogénesis en el Carassius auratus tratado con metiliburo (substancia antigonadotropa) (BILLARD y col., 1971).

La gonadotropina de carpa es poco activa en la maduración ovocitaria en Carassius auratus "in vitro" (JALABERT y col., 1973). Sin embargo, la de salmón induce a la maduración "in vitro" en Oryzias latipes (HIROSE y DONALDSON, 1972), en C. auratus "in vitro" (YAMAZAKI y DONALDSON, 1968), en Plecoglossus altivelis (ISHIDA y col., 1972), en Heteropneustes (SUNDARARAJ y col., 1972) y en Mugil cephalus (SHEHADEH y col., 1973b).

El lugar de síntesis de este factor gonadotropo está en la pars distalis proximale de la hipófisis, en la zona ventral o en la zona proximal (OLIVEREAU, 1977).

1.1.2.2.-Actividad de diversas hormonas hipofisarias.

Las gonadotropinas de mamíferos influyen favorablemente en algunas de las fases del ciclo reproductor, siendo la más

NOMENCLATURA
SEGUN
PICKFORD & ATZ (1957)

↑
ADENO-
HIPOFISIS
↓

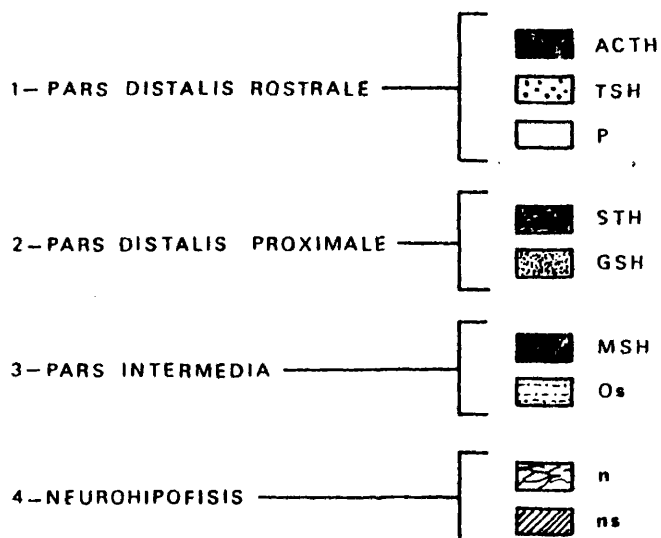
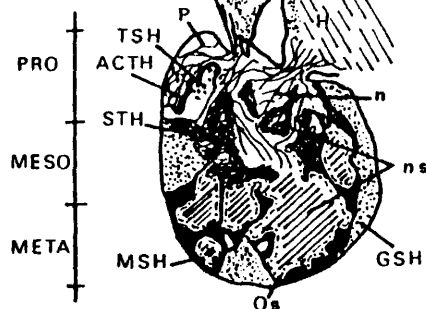


Fig.3- Corte sagital medio de la hipófisis de S. chryselis.

N- Neurohipófisis

ns- Neurohipófisis con neurosecreción

STH- Celulas somatotropas

TSH- Celulas tireotropas

ACTH- Celulas corticotropas

GSH- Celulas gonadotropas

P- Celulas de prolactina

MSH- Celulas melanocito-estimulantes. (CARRILLO, 1975)

activa la LH. Así, en Heteropneustes fossilis hipofisectomizado, para activar la función ovárica se ha aplicado LH o GCH, las cuales son más efectivas que los esteroides corticosuprarrenales (ANAND y SUNDARARAJ, 1974). Las acciones observadas con LH en peces pueden ser de tipo farmacológico más que fisiológico, ya que las hormonas gonadotropas de peces son diferentes a las de los vertebrados superiores (FONTAINE, 1976).

En el estudio sobre la influencia de la prolactina en la reproducción, no se han obtenido datos suficientes como para afirmar que haya una acción directa de esta hormona en los procesos madurativos de las gónadas. Sin embargo, en el Mugil se aprecia la existencia de un antagonismo entre el desarrollo de las dos zonas de la adenohipófisis de manera que, en agua dulce, el crecimiento ovárico se bloquea por presentarse una gran secreción de prolactina en la hipófisis. En agua de mar, la zona gonadotropa de la hipófisis está muy activada y el contenido de prolactina es muy reducido.

La prolactina de mamíferos estimula a la vez la actividad de la 3β hidroxisteroide dehidrogenasa (enzima que actúa en la síntesis de hormonas esteroideas) y la síntesis de RNA en los ovarios de Aequidens pulcher (BLUM y WEBER, 1968).

La hormona corticotropa (ACTH) no ejerce una acción muy directa en la reproducción, pero regula la actividad de las glándulas interrenales las cuales participan en la maduración ovocitaria.

Algunas hormonas hipofisarias intervienen en el control de las últimas fases del desarrollo gonadal. La uroticina, la isotocina y la vasotocina provocan una respuesta contráctil de los oviductos de diferentes teleósteos ovíparos y ovovivíparos.

Las TSH de mamíferos pueden actuar directamente sobre las gónadas y sus acciones son parecidas a las de las hormonas glicoproteicas hipofisarias y más importantes que las de las hormonas tiroideas.

1.1.3.-Gónadas

Las gónadas de los peces regulan determinadas fases del ciclo reproductor por medio de los esteroides secretados en ciertas partes de estos órganos por influjo de las gonadotropinas hipofisarias.

En los machos, los datos relativos a la acción de los andrógenos son bastante contradictorios (PONTAINE, 1976).

La espermatogénesis ha sido restaurada en Carassius auratus hipofisectomizados por tratamiento de diferentes andrógenos (metiltestosterona, propionato de testosterona, dehidroepiandrosterona) (YAMAZAKI y DONALDSON, 1969; BILLARD, 1974). SHEHADEH y col. (1973) aplicando metiltestosterona a Mugil cephalus L. obtenía una influencia positiva sobre la espermatogénesis. REMACLE (1976), en cultivos organotípicos de células germinales del testículo, observa una activa espermatogénesis por medio de cristales de isoburato de testosterona. En otras especies la testosterona no parece influir en la espermatogénesis, como en la perca Cymatogaster aggregata (WIEBE, 1969 b) y en Tilapia (HYDER, 1972), cuando han sido tratados con un producto antigonadotropo como el metaliburo. La metiltestosterona inyectada en salmónidos suprimía la espermatogénesis y provocaba una degeneración de las espermatogonias, pero si se aplicaba conjuntamente con la gonadotropina

de salmón había una activación de los procesos madurativos del testículo (YAMAZAKI, 1976).

La inducción a la espermiación se puede efectuar por medio de la testosterona y la metiltestosterona en Carassius auratus (YAMAZAKI y DONALDSON, 1969) y en Tilapia (HYDER, 1972). Las observaciones llevadas a cabo por diferentes autores nos hacen suponer que la gonadotropina actúa a nivel de las células intersticiales y produce la secreción de andrógenos que, a su vez, provocan la espermatogénesis.

En resumen, se aprecian, en las experimentaciones con andrógenos, unos resultados muy desiguales. Muchos autores atribuyen esta variabilidad a la existencia de diferencias específicas. FONTAINE (1976) se inclina a pensar que todo depende del tipo y las dosis de andrógenos utilizados, de las condiciones internas del ejemplar del estado del testículo en el momento de iniciarse el tratamiento y de la receptividad, que podría variar según un ritmo circadiano.

En las hembras se han observado resultados contradictorios, similares a los que se presentan en los machos. ANAND y SUNDARARAJ (1974) han mostrado que los estrógenos mantienen en estado activo los ovarios del teleósteo Heteropneustes fossilis hipofisectomizado. Las gonadotropinas también ejercen un efecto parecido actuando en la producción de los esteroides en los folículos. La progesterona tiene una acción positiva sobre los procesos madurativos de los ovarios "in vitro" en Oryzias latipes y Plecoglossus altivelis (HIROSE, 1972, 1976), "in vivo" e "in vitro" en el Carassius auratus (YAMAZAKI, 1965; JALABERT y col., 1973). El esteroide más activo de todos los ensayados lo constituye la 17α hidroxi 20β dihidroprogesterona que induce

a la maduración y a la ovulación "in vitro" en los ovocitos de Salmo gaidneri (JALABERT, 1975, 1976; JALABERT y col., 1978a y b).

En la ovulación de determinadas especies, los corticosteroides tienen una actividad muy grande. El ovario puede sintetizar la 11-desoxicorticosterona y el 11-desoxicortisol (COLOMBO y col., 1973; COLOMBO y COLOMBO BELVEDERE, 1976; COLOMBO y col., 1978). El estudio de estos resultados ha permitido suponer que la gonadotropina actúa en la ovulación por un mecanismo parecido, sin explicar su acción sobre la interrenal (FONTAINE, 1976).

Algunos esteroides actúan en la biosíntesis, a nivel del hígado, de proteínas vitelinas y en su incorporación al oocito. Así se ha podido observar que los estrógenos pueden hacer aparecer en el plasma dos proteínas nuevas en el momento de iniciarse la vitelogenénesis (AIDA y col., 1973a y b).

En la figura 4 hemos representado de manera esquemática el control endocrino de la vitelogenénesis, maduración ovocitaria, ovulación y ovoposición en el Carassius auratus. Se han dibujado las diferentes fases madurativas: oogonium, oogonia, estado perinucleolar, estado de vesícula de vitelo, estado de gránulo de vitelo, migración de la vesícula germinal, estado de maduración final y huevo ovulado. También están representados los diversos procesos: mitosis oogonal (OM); profase meiótica (MP); deposición de la vesícula de vitelo (YVD); formación de vitelogenina (VF); incorporación de la vitelogenina (VI) y deposición de gránulos de vitelogenina (YGD); mantenimiento (m) de oocitos vitelogénicos; migración de la vesícula germinal (GUM); vesícula germinal "breakdown" (GVBD); desprendimiento folicular desde la zona radiada (FD); hidratación oocitaria (H (?)); ovulación y ovoposición. O-

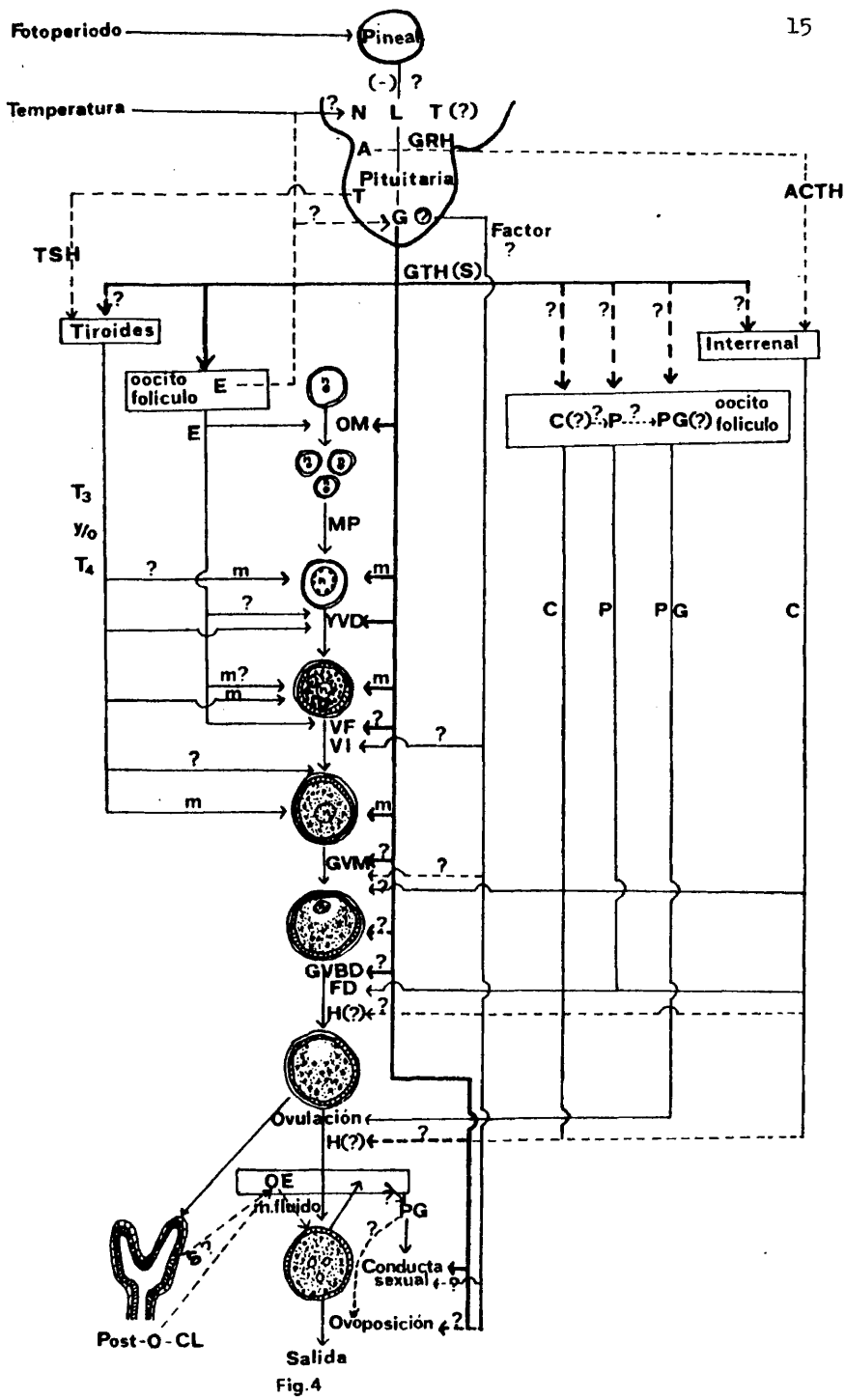


Fig. 4

tras abreviaturas: NLT (nucleus lateralis tuberis);GRH (liberación de hormonas gonadotropas); A (corticotropas);T (tirotropas); G (gonado - tropas); GTH(S) (gonadotropinas); E (estrógenos); C (corticosteroides) ; P (progestógenos); PGC (prostaglandinas); S (esteroides); OE (epite lio del ovario); post-O-CL (corpus luteum post-ovulatorio) y m (mante nimiento).(?) después de C y PG dentro del folículo oocitario,denota la secreción de estas hormonas por el folículo (tomado de LAM y col. 1978).

1.1.4.-Glándulas extrahipofisarias

1.1.4.1.-Pineal

Esta glándula se encuentra situada en la parte dor sal y superficial de la región posterior del diencefalo (fig.2).En los peces es un órgano mixto,desarrolla una función sensorial y otra endo crina.FENWICK (1970 c) ha observado en Carassius auratus una inhibi ción del crecimiento gonadal después de una inyección de melatonina (hormona segregada por esta glándula) y DE VLAMING y col.,(1974)obtie nen idénticos resultados en Fundulus similis.

La pineal puede detectar fácilmente las variacio nes de la intensidad luminosa por estar situada superficialmente y te ner cierta transparencia el hueso craneal de los peces.Esta glándula actúa en la reproducción como un inhibidor o como un estimulador ,se- gún sean las condiciones externas o internas,y es muy posible que sea a este nivel donde se sitúen los mecanismos que establecen las dife- rencias entre especies de maduración en fotoperíodo creciente y espe-

cies de maduración en fotoperíodo decreciente (FONTAINE,1976).

En los peces, la pineal y su hormona principal, la melatonina, funcionan como un regulador neuroquímico y como un mediador en los ritmos circadianos en respuesta a situaciones lumínicas (DE VLAMING, 1975).

1.1.4.2.-Tiroides

El tiroides influye indirectamente en el ciclo sexual de los Teleosteos. Su mecanismo no está aún estudiado, aunque se sabe que regula la secreción de la gonadotropina, igual que ocurre en los mamíferos. La tiroidectomía radioquímica o un tratamiento con compuestos antitirotrópicos inhiben el desarrollo de las gónadas, y la aplicación de sustancias tiroideas puede invertir los procesos degenerativos que tienen lugar en el ovario. En el inicio de los procesos madurativos de las gónadas se ha observado una actividad tiroidea muy elevada. Una cantidad pequeña de gonadotropina es inactiva por sí misma, pero se vuelve activa en presencia de dosis mínimas de TSH; la contaminación de la TSH por LH no es suficiente para explicar la potenciación apreciada (SNEED y DUPREE, 1961).

1.1.4.3.-Interrenal

En determinadas etapas de la reproducción la interrenal desarrolla un papel muy importante; por una parte, a causa de los corticosteroides que actúan en los procesos de maduración, ovulación y puesta de las diversas especies (HIROSE, 1972; HIROSE y DONALDSON, 1972)

y, por otra parte, debido al poder de activación que tiene la LH sobre la corticosteroidogénesis.

Durante la maduración y la ovulación se ha podido observar una intensa biosíntesis de corticosteroides, de manera que si se aplica un tratamiento con el producto químico llamado metopirona, se bloquea la secreción de corticosteroides y se retardan los procesos anteriormente mencionados (HIROSE, 1973). GOSWAMI y SUNDARARAJ (1974) han encontrado que los esteroides más activos sobre Heteropneustes fossilis son los siguientes: 11-desoxicorticosterol, 11-desoxicorticosterona y 21-desoxicortisol. La inyección de preparados de gonadotropina del salmón (Oncorhynchus tshawytscha) sobre O. nerka gonadectomizados no produce un aumento en la concentración de cortisol o de cortisona en plasma y, por lo tanto, tampoco estimula el tejido interrenal. Estos resultados sugieren que el proceso de ovulación no está provocado por una corticosteroidogénesis inducida por la gonadotropina (DONALDSON y McBRIDE, 1974).

JALABERT (1975) ha observado que el cortisol y la cortisona aumentan la eficacia de los extractos gonadotropos sobre la maduración intrafolicular "in vitro" de los ovocitos de trucha, potenciando, al mismo tiempo, la actividad de la 17 α hidroxi - 20 β dihidro - progesterona. Lo mismo ocurre con la testosterona. Sin embargo, el estradiol y la estrona disminuyen su acción. A la vista de los resultados, el autor deduce que la maduración puede estar regulada por los esteroides no presentes en la acción madurativa directa, localizando el lugar de su actuación a nivel de los desarrollos foliculares.

1.2.-Influencia de los factores externos en la reproducción
en peces.

1.2.1.-Fotoperíodo

Ha sido aceptado de manera general que la luz es uno de los factores con mayor influencia en la reproducción y sobre el que más estudios se han realizado: WIEBE (1968); SHEHADEH y col., (1974); ZANUY (1975); MACQUARRIE y col.(1978); WHITEHEAD y col. (1978). PICKFORD y ATZ (1957) han recopilado la bibliografía existente hasta el año 1956 y han puntualizado que las diferentes especies de peces presentan una variabilidad muy amplia de respuestas a cantidades diferentes de luz. HENDERSON (1963) ha sugerido que en los estudios sobre el efecto del fotoperíodo en peces se ha utilizado una enorme diversidad de condiciones experimentales, obteniéndose resultados muy contradictorios. DE VLAMING (1974) ha demostrado la existencia de un ritmo circadiano de sensibilidad a la luz como base de los procesos madurativos de las gónadas.

Un punto que ha creado controversias ha sido el dilucidar si existe una preponderancia del fotoperíodo sobre la temperatura en la reproducción o viceversa, o bien si ambas se complementan. DE VLAMING (1972) ha establecido que la luz actúa independientemente de la temperatura en sólo dos especies de peces de las estudiadas. Ha concluido diciendo que el fotoperíodo es dominante en salmónidos ; en ciprínidos existe una acción conjunta entre la luz y la temperatura ; en los gasterosteidos es un factor muy importante la luz del día, mientras que en perciformes estos dos factores actúan independientemente.

Las investigaciones sobre el efecto del fotoperíodo en la reproducción han sido realizadas siempre sobre especies de peces de pequeñas tallas y sin importancia desde el punto de vista de la acuicultura. La única excepción han sido las experimentaciones realizadas con salmónidos, donde se ha progresado mucho en el uso del fotoperíodo en el control del ciclo reproductor. HENDERSON (1963) ha estudiado el efecto de la luz en la maduración sexual, observando que el crecimiento del oocito era normal solamente cuando las truchas eran expuestas a un largo fotoperíodo seguido de períodos de luz de corta duración. Concluye este autor diciendo que la influencia del corto o largo fotoperíodo depende de la fase de gametogénesis. YOSHIOKA (1962, 1963) establece que en Oryzias latipes existe un umbral de luz por debajo del cual no tiene lugar la vitelogénesis ni la ovulación.

Los efectos de la oscuridad total o de la luz continua sobre el desarrollo sexual durante el período reproductor, han sido observados por POSTON y LIVINGSTON (1969), los cuales han podido apreciar que los machos sometidos a un ciclo de luz continua aceleran los procesos madurativos, mientras que en la oscuridad completa los retrasan. Sin embargo, en las hembras la puesta se hace más lenta en ambos casos.

También ha sido experimentado el empleo de tratamientos hormonales junto con el control de fotoperíodo en la regulación del desarrollo sexual (DONALDSON, 1973; ZANUY, 1975). Utilizando esta técnica ha sido posible acelerar los procesos madurativos de las gónadas de las diferentes especies estudiadas.

1.2.2.-Temperatura

En muchas especies la puesta está sincronizada por condiciones óptimas en la temperatura del agua. En otras, la temperatura debe ir acompañada de un fotoperíodo adecuado y de una alimentación abundante. BRETT (1970) ha publicado un estudio comparativo, desde el punto de vista bibliográfico, de la temperatura óptima de puesta de diversas especies de peces marinos, junto a datos referidos a límites letales de dicha temperatura en adultos. Además, este autor sugiere que el mecanismo de acción de la temperatura en la reproducción no es aún muy conocido, pero que es posible que actúe a nivel del hipotálamo o que estimule de manera general el metabolismo.

En el góbido Gillichthys mirabilis se ha evidenciado que la regresión gonadal ocurría cuando se le sometía a altas temperaturas (DONALDSON, 1973). GILLET y col. (1978) han señalado que en el Carassius auratus las altas temperaturas inhiben la oogénesis, a pesar de que exista un alto nivel en las tasas de gonadotropina plasmática. Sin embargo, en otras especies se ha demostrado que las temperaturas elevadas no bloquean la gametogénesis sino que, al contrario, la favorecen (KAYA, 1973; TITAREV, 1975). MATEY (1975) ha estudiado que una reducción en la temperatura causa una inhibición de la actividad funcional del sistema hipotalámico-hipofisario acompañada de una deposición de neurosecreción.

1.2.3.-Salinidad

La salinidad del agua es muy importante para la

maduración de las gónadas de algunas especies de peces, tales como los Mugílidos que son incapaces de reproducirse en aguas dulces o de baja salinidad, de manera que los oocitos atrésicos se acumulan en sus ovarios. Esto es debido a que las células gonadotropas son insuficientes y por lo tanto bloquean la gametogénesis y la puesta. En estudios recientes se ha podido observar la secreción muy activa de prolactina en la hipófisis de Mugílidos mantenidos en agua dulce. Este incremento de prolactina en las células interfiere en el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal (ABRAHAM, 1974).

DE VLAMING (1972c) ha puntualizado que la salinidad puede influir en la gametogénesis pero que tal vez su función no sea la de sincronizar durante la época de maduración de las gónadas.

1.2.3.4.-Otros factores

Un elemento también importante en la reproducción es la alimentación. En carpas sometidas a ayuno prolongado se ha comprobado que se producen alteraciones en las células gonadotropas (OLIVEREAU, 1977). En el lenguado sometido durante meses a una alimentación a base de mejillón (M. edulis) no llegan a madurar las gónadas (FLUCHTER y TROMMSDORF, 1974). Estos autores basan este hecho en la carencia de determinados aminoácidos esenciales para el desarrollo de los procesos madurativos de las gónadas.

El posible papel de la lluvia como regulador del ciclo reproductor en vertebrados ha sido muy discutido. HYDER (1970) estudia la influencia de la lluvia, la luz y la temperatura en el desarrollo gonadal de Tilapia leuocostica concluyendo que el desarrollo

de las gónadas, especialmente en el testículo, era sincronizado por la luz y la temperatura, mientras que la lluvia estaba asociada con la actividad del sincronismo reproductor. El mecanismo por el que la lluvia induce a la puesta ha sido relacionado con la dilución de factores inhibidores en el agua (SWINGLE, 1956).

El único estudio que se tiene sobre el efecto de la presión barométrica en la actividad reproductora en truchas se debe a PETERSON (1972), el cual ha encontrado una correlación entre el decrecimiento de la presión barométrica y la puesta en la trucha.

2.-INDUCCION A PUESTA EN EL LENGUADO (S. solea L.)

Hace muchos años que se vienen realizando experiencias para la inducción a puesta en vertebrados. Por lo que se refiere a los peces, PICKFORD y ATZ (1957) recopilan en su libro todo lo publicado sobre el tema hasta el año 1956. Estos autores citan, de manera histórica, los primeros métodos de inducción con hormonas gonadotropas, las cuales tuvieron lugar en Brasil y en Rusia. En Brasil se aplicaba hipófisis para desencadenar los procesos de puesta. A este método se le llamó "hipofisación" y, mediante su empleo, se obtuvieron frezas viables en determinadas especies de peces de río que se criaban con fines comerciales y que no se reproducían al someterlos a condiciones de cautividad. En Rusia, mediante la utilización de estas técnicas, se pudieron resolver los problemas surgidos en el grupo de los Acipenséridos, que no realizaban las puestas en los lugares habituales debido a la construcción de esclusas, pantanos y plantas hidroeléctricas que impedían la perfecta adecuación de su ciclo reproductor.

Posteriormente, estos métodos de inducción a puesta se desarrollaron extraordinariamente en otros países y se aplicaron a diferentes especies de peces. Basta revisar la bibliografía citada por ZANUY (1975) en su tesis doctoral, para darse cuenta del volumen de trabajos realizados sobre el particular. Sin embargo, no se tiene referencia de la aplicación de estas técnicas a Soleidos hasta el año 1974. En esta fecha FLUCHTER y TROMMSDORF mencionan el hecho de no haber podido conseguir puestas en el lenguado utilizando el tratamiento a base de extractos hipofisarios. Sin embargo, BRASOLA (1974), en Ita

lia, sí que obtuvo resultados positivos utilizando inyecciones de hormona gonadotropa GCH en reproductores con las gónadas muy desarrolladas.

2.1.-MATERIAL Y METODOS

2.1.1.-Captura, transporte y mantenimiento de los reproductores

Los ejemplares utilizados en estas experiencias procedían de capturas efectuadas por pescadores profesionales, mediante el arte del trasmallo, en zonas próximas al puerto de Castellón, en fondos comprendidos entre 3 y 10 metros y en una época en que las gónadas de los lenguados están en reposo. El arte de pesca utilizado es el más adecuado para conseguir lenguados en buenas condiciones vitales, sobre todo cuando la separación de los ejemplares de las mallas del trasmallo se realiza con cuidado.

El transporte de los especímenes hasta las instalaciones del laboratorio tuvo lugar en recipientes de material plástico de 50 litros de capacidad y con renovación continua del agua.

Una vez transportados, los reproductores eran colocados en acuarios de 2 x 1 x 0,5 m de profundidad contruidos con madera recubierta de fibra de vidrio y poliéster, dotados de un sistema de doble fondo y con una capa silícea de unos 8 cm de espesor para que los lenguados pudieran enterrarse y contribuir así a una mejor aclimatación. Estos tanques se encuentran situados en una instalación exterior provista de un techo de material plástico transparente y se mantienen en circuito abierto con una renovación del agua de 160 li-

tros/hora.

El agua de mar utilizada procedía de un pozo de captación y permanecía en los tanques en continua aireación-agitación. La temperatura del agua del pozo fue del orden de 18°-19° y la salinidad osciló entre 32-35 por mil.

La dieta alimentaria de los reproductores estaba constituida por carne de mejillón (Mytilus edulis) y diversas especies de gusanos poliquetos, proporcionándose dicha dieta una sola vez al día, al atardecer.

La supervivencia del stock de lenguados durante el período de aclimatación en los acuarios fue del 95 %. La duración de dicho intervalo de tiempo fue aproximadamente de un mes o, en algunas experiencias, de quince días.

2.1.2.-Método de inyección

El material hormonal ha sido aplicado con una jeringa de vidrio graduada. Para la inyección se utilizaron agujas finas y largas. El volumen máximo a inyectar era de 1 ml por pez. El disolvente estaba constituido por una solución salina de cloruro sódico al 6 por mil. Las dosis se ajustaron por medio de la escala graduada de la jeringa.

Las inyecciones se aplicaron por vía intramuscular profunda, en una zona situada entre la aleta dorsal y la línea lateral de la parte anterior del cuerpo del ejemplar, al mismo tiempo que se inclinaba la jeringa 45° hacia delante (lámina I). Al retirar la aguja se oprimía con el dedo la base de la misma para evitar la sa

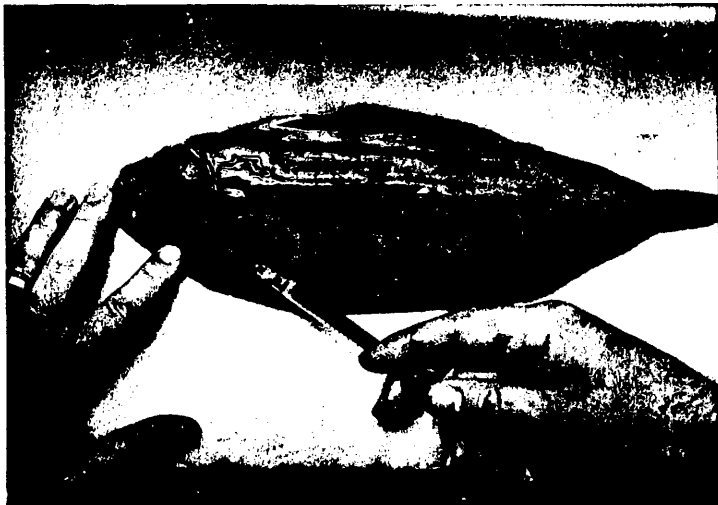


Lámina I .-Método de inyección, por vía intramuscular,
de las hormonas gonadotropas aplicadas a
S. solea.

lida de líquido del cuerpo del ejemplar inyectado.

Antes de iniciarse los tratamientos se sacaban los reproductores del acuario en que estaban estabulados con la ayuda de una red cónica llamada "salobre". A continuación eran colocados en un recipiente de material plástico en el que había agua de mar con el anestésico llamado MS-222 Sandoz (Metanosulfonato del m-aminobenzoato de etileno) a una concentración de 0,2 g por litro de agua de mar.

Después de anestesiados, los ejemplares eran medidos y pesados con el fin de apreciar mejor su condición, así como para el cálculo correcto de las dosis a inyectar. En el caso de que algunos ejemplares tuviesen tallas idénticas se les hacían marcajes en la zona caudal a fin de poderlos diferenciar.

2.1.3.-Método de examen de la madurez ovárica.

En el estudio del estado de madurez de ovocitos y óvulos se han utilizado tres criterios:

1.-Medición del diámetro de las muestras ováricas en el momento de aplicar la inyección o durante el período de tratamiento.

2.-Examen periódico del aspecto morfológico de los ovocitos y óvulos hasta el momento de la puesta natural.

3.-Observación de la evolución del crecimiento de la parte abdominal desde el inicio del tratamiento hasta la ovoposición.

Para la extracción de las muestras ováricas se han utilizado dos tipos de sonda. El primero consistía en un tubo de vidrio de 5 mm de diámetro y 8 cm de longitud, cuyo extremo se había hecho terminar en forma de cono mediante el calentamiento del vidrio,

de manera que se conseguía al final un diámetro de 1,5-2 mm; en el otro extremo se aplicaba un tubo de plástico atóxico para poder aspirar las muestras. El segundo tipo estaba constituido por un tubo de plástico atóxico, de 10-15 cm de longitud, aplicado a una jeringa idéntica a la empleada en la inyección de los productos hormonales, la cual succionaba los ovocitos y los óvulos a través del vacío creado por el movimiento del émbolo de la misma.

Las muestras extraídas periódicamente por los diferentes catéteres eran observadas al microscopio (SHEHADEH y col., 1973; ALESSIO y AGNES, 1975; BARNABE, 1976).

2.1.4.-Tratamientos utilizados.

En las diferentes experiencias se han utilizado las hormonas gonadotropas PSM (Gonadotropina sérica folículo-estimulante, obtenida del suero de yeguas grávidas) y GCH (Gonadotropina coriónica humana) cuya acción es similar a la LH hipofisaria y tiene una actividad luteoestimulante.

En los tratamientos realizados, las dosis recibidas por cada reproductor eran de tipo creciente, a saber: 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, y 3.000 UI/kg de peso vivo. La frecuencia observada entre cada una de las inyecciones ha variado según el tipo de experiencia realizada, relacionándose también con la madurez sexual apreciada en las muestras intragonadales que periódicamente se extraían de los progenitores. En general, se puede establecer que los intervalos de todas las experiencias han oscilado entre 1 y 4 días. En los casos en que no se obtenían respuestas positivas, se repetían los mismos

tratamientos hasta conseguir, de forma efectiva, la maduración completa de las gónadas o la emisión de los diferentes gametos.

Para evitar posibles interferencias y clarificar la eficacia de las hormonas gonadotropas anteriormente citadas, se sometía a los lotes de reproductores a fotoperíodos y temperaturas diferentes de las que tendrían lugar en la época de puesta de la especie. Así, en las experiencias realizadas sobre la acción de dichas hormonas en un período en el que las gónadas están en reposo, se utilizó un fotoperíodo constante de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad y una temperatura media, durante el desarrollo del ensayo, de 20° C. Esto mismo fue utilizado en los estudios efectuados con genitores en pleno proceso de maduración de sus gónadas. Para el control del fotoperíodo se ha utilizado un reloj de apagado y encendido automático, conectado a lámparas de tubos fluorescentes de 40 y 60 w Sylvania Grolux y Metal Mazda Fluor, que proporcionaban una intensidad lumínica de 3.000 lux.

2.2.-RESULTADOS

Un primer grupo de experiencias estuvo dedicado a estudiar el efecto de los dos tipos de hormonas gonadotrópicas en un período en el que los reproductores tenían las gónadas en reposo o en estado refractario. En un ensayo inicial se aplicaron a cada ejemplar dosis crecientes de la hormona GCH. Al final de este tratamiento no se obtuvieron resultados positivos en los procesos madurativos de las gónadas. La metodología se expone en la tabla 1.

Si, como observamos en la primera de las experiencias, la GCH no es capaz de desencadenar los procesos madurativos de

las gónadas, en cambio posee gran actividad cuando existe una gran cantidad de ovocitos en vitelogénesis o en avanzado estado de maduración ovárica. En este caso, la aplicación de dosis crecientes de esta hormona produce la ovulación y emisión de los productos sexuales. En estudios posteriores, utilizando los huevos obtenidos por estos tratamientos se ha podido apreciar la alta viabilidad de los mismos, presentándose además unas tasas muy elevadas de supervivencia en la fase larval y durante el estado de alevín (RAMOS, 1977).

Un segundo grupo de experiencias tuvo lugar en la época de maduración y puesta de la especie. En estos ensayos se emplearon, por una parte, reproductores que procedían de capturas efectuadas en el mar durante ese período y que eran sometidos a una corta aclimatación en los acuarios. Por otra parte, se utilizaron genitores que habían sido mantenidos en las instalaciones del laboratorio durante un año y que, de manera natural, tenían desarrolladas las gónadas. La metodología seguida se expone en las tablas 2 y 3, donde se aprecia que los ejemplares pescados en el hábitat natural responden perfectamente a los tratamientos con la hormona GCH, dando respuestas positivas en todos los casos. Con los ejemplares aclimatados se realizaron dos tipos diferentes de experiencia: uno consistió en aplicar dosis crecientes de la PSM en series repetidas, observándose durante el tratamiento resultados negativos, lo que demuestra que dicha hormona no influye en la ovulación o en la emisión de los gametos. En cambio, cuando se inyectó la GCH, las respuestas fueron idénticas a las obtenidas en las experiencias citadas anteriormente.

TABLA-1

Dosis, frecuencia, tipo de hormona aplicada y respuesta observada en el primer grupo de experiencias.

FECHA DE INYECCION	DOSIS/Kg PESO VIVO		OBSERVACIONES		
	GCH	PSM	MADURACION	OVULACION	PUESTA
04.05.76	500 UI		-	-	-
06.05.76	1.000 UI		-	-	-
08.05.76	1.500 UI		-	-	-
10.05.76	2.000 UI		-	-	-
13.05.76		500 UI	-	-	-
15.05.76		1.000 UI	+	-	-
17.05.76		1.500 UI	+	-	-
19.05.76	500 UI	500 UI	+	+	-
21.05.76	1.000 UI	500 UI	+	+	-
23.05.76	1.500 UI	1.000 UI	+	+	-
26.05.76		1.500 UI	+	+	-
28.05.76		2.000 UI	+	+	-
30.05.76		500 UI	+	+	+
02.06.76		1.000 UI	+	+	+
04.06.76		1.500 UI	+	+	+
06.06.76		2.000 UI	+	+	+
08.06.76		2.500 UI	+	+	+
10.06.76		3.000 UI	+	+	+

TABLA - 2

Dosis, frecuencia, tipo de hormona aplicada y respuesta obtenida en el segundo grupo de experiencias.

FECHA DE INYECCION	DOSIS / Kg PESO VIVO GCH	OBSERVACIONES	
		OVULACION	PUESTA
02.02.77	500 UI	+	-
04.02.77	1.000 UI	+	-
06.02.77	1.500 UI	+	+
08.02.77	2.000 UI	+	+
10.02.77	500 UI	+	+
12.02.77	1.000 UI	+	+
14.02.77	1.500 UI	+	+
16.02.77	2.000 UI	+	+

TABLA - 3

Dosis, frecuencia, tipo de hormona aplicada y respuesta obtenida en el segundo grupo de experiencias.

FECHA DE INYECCION	DOSIS / Kg PESO VIVO		OBSERVACIONES	
	GCH	PSM	OVULACION	PUESTA
20.01.77		500 UI	-	-
22.01.77		1.000 UI	-	-
24.01.77		1.500 UI	-	-
26.01.77		2.000 UI	-	-
28.01.77		500 UI	-	-
02.02.77		1.000 UI	-	-
04.02.77		1.500 UI	-	-
06.02.77		2.000 UI	-	-
08.02.77		2.500 UI	-	-
10.02.77		500 UI	-	-
12.02.77		1.000 UI	-	-
20.01.77	500 UI		-	-
22.01.77	1.000 UI		-	-
24.01.77	1.500 UI		-	-
26.01.77	2.000 UI		+	-
28.01.77	2.500 UI		+	-
02.02.77	500 UI		+	+
04.02.77	1.000 UI		+	+
06.02.77	1.500 UI		+	+

2.3.-DISCUSION

En el lenguado S.solea los procesos de maduración de las gónadas implicen progresivos incrementos de oocitos. La ovulación y la puesta no tienen lugar hasta que no existe en el ovario un número suficiente de oocitos en una fase avanzada de vitelogénesis. La hormona gonadotropina GCH no tiene ninguna influencia sobre las primeras fases del crecimiento ovocitario, y esto se ha podido observar en otras especies de peces como Tilapia (HYDER, 1972), pero es eficaz cuando los ovocitos han sobrepasado un determinado tamaño crítico y este hecho se ha puesto de manifiesto en Mugil cephalus (SHEHADEH y col., 1973; KUO y col., 1973); además la acción de la GCH será más activa cuanto mayor sea el desarrollo alcanzado por las gónadas. ZOHAR y BILLARD (1978) y GORDIN y ZOHAR (1978) establecen que la cantidad de GCH aplicable en Sparus aurata es inversamente proporcional al estado de maduración del ovocito.

En las hembras también se ha constatado que esta hormona activa los procesos de hidratación del ovario, de manera que el peso corporal de los reproductores llega a incrementarse en 5-10%. Estos datos están en concordancia con los de HIROSE y col., (1976) en Limanda yokohamae. HIROSE e ISHIDA (1974) sugieren que este fenómeno se debe a que el pez tratado con GCH ingiere agua como respuesta a la hidratación de los ovarios, en los que hay un elevado contenido de iones de sodio.

La combinación de dos hormonas con actividad gonadotrópica es capaz de estimular hasta la ovoposición (BARR y HOBSON 1963 b). En los resultados preliminares obtenidos en nuestras experien

cias con lenguado, se observa que la PSM, que reemplaza a la FSH (CHAUD HURI, 1976), puede actuar a nivel de la maduración oocitaria mientras que la GCH provocaría la ovulación. Estas mismas observaciones han sido señaladas por otros investigadores pero sustituyendo la PSM por extractos de hipófisis de carpa (ZANUY, 1975; GNATCHENKO, 1976; EPLER y BIENIARZ, 1978).

La administración de PSM a los especímenes con las gónadas en desarrollo no resulta ser eficaz en la ovulación y puesta incluso cuando se aplicaban altas dosis de dicha hormona (YAMAZAKI, 1965; HIRO E, 1971, 1976; ANAND y SUNDARARAJ, 1974). Sin embargo se ha observado que esta hormona gonadotropa estimula las primeras fases del oocito en el lenguado y en otras especies de peces (GOETZ y BERGMAN, 1978; RAMOS, 1977, 1978; RAMOS y col., 1979). A pesar de todo no se tienen datos en número suficiente como para confirmar la actividad de la PSM en el desencadenamiento de los procesos madurativos de las gónadas.

3.-ANATOMIA MICROSCOPICA DE LAS GONADAS DE Solea solea L.

Los cambios cíclicos que tienen lugar en las gónadas han sido estudiados en gran número de Teleósteos, tales como Liopsetta obscura (YAMAMOTO, 1956 a), Sardina pilchardus (ANDREU y DOS SANTOS PINTO, 1957), Clupea harengus (BOWERS y HOLIDAY, 1961), Pleuronectes platessa (BARR, 1963 a), Oryzias latipes (YAMAMOTO y YOSHIOKA, 1964), Carassius auratus (YAMAZAKI, 1965), Scopthalmus maeoticus maeoticus (TALIKINA, 1974), Anguilla japonica (YAMAMOTO, OMORI y YAMAUCHI, 1974), Paracentropristis cabrilla (ZANUY, 1975), Spicara chyselis (CARRILLO, 1975) y Limanda limanda (HTUN-HAN, 1978) entre otros. Por lo que se refiere a la familia de los Soleidos, únicamente han sido observadas algunas fases de la ovogénesis en el lenguado en distintos meses del año (LAHAYE, 1972). En el presente trabajo se pretende ampliar el estudio de la anatomía gonadal de esta especie así como la descripción morfológica de los diferentes tipos celulares germinales de ambos sexos.

3.1.-MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares, maduros e inmaduros, utilizados en estas experiencias procedían de capturas efectuadas en zonas próximas a Castellón.

Las gónadas de los especímenes se extraían sin ningún tipo de dificultad técnica. Se abría el tegumento y la masa muscular del lado dorsal hasta quedar al descubierto la gónada dorsal. A continuación, para poder individualizarla, se cortaban los mesenterios

que la sujetan a la pared de la cavidad corporal. Después se realizaba la misma operación con la gónada situada en el lado ventral o cavidad visceral. Una vez obtenidas las gónadas se pesaban y medían pasándose luego al líquido fijador. En este caso se empleó Bouin, permaneciendo en dicha solución una semana, aunque en algunos casos se ensayaron tiempos más cortos de fijación. Después se han conservado en alcohol de 70°.

Las inclusiones se efectuaron en parafina siguiendo la técnica habitual. Las piezas, una vez lavadas con agua destilada se pasaron por la serie ascendente de alcoholes (etílico de 80°, etílico de 96°, etílico absoluto, butílico, isopropílico, xilol y xilol-parafina), procediéndose a continuación a la inclusión. La parafina fue del tipo Merk de 51-53° de punto de fusión.

Las secciones seriadas se hicieron a 10, 7 y 5 micras de espesor, utilizando un microtomo tipo "Minot", extendiendo los cortes sobre portas previamente tratados con albúmina glicerinada.

Los cortes, una vez desparafinados y pasados por la serie alcohólica decreciente, fueron teñidos según el método de CLEVELAND-WOLFE (CW) (HERLANT, 1966) (hemalumbre, eritrosina 1 %, orange G-ácido fosfotúngstico 1 % y azul de anilina), obteniendo resultados satisfactorios e imágenes panorámicas de las estructuras histológicas de las gónadas que han permitido caracterizar perfectamente varios tipos celulares.

El diámetro medio de los ovocitos se determinó midiendo un total de 200 ovocitos por animal, en preparaciones de secciones sagitales medias del ovario. Para ello se utilizó un microscopio binocular WILD-M-20 dotado de un ocular micrométrico. El diámetro me-

dio de los ovocitos presenta un máximo durante la época de puesta.

El conteo total de los oocitos pertenecientes a cada una de las distintas clases establecidas (que veremos a continuación) se realizó sobre cortes sagitales medios del ovario, de manera que el número mínimo contado por animal no fue inferior a 250.

3.2.-RESULTADOS

3.2.1.-El ovario de S. solea L.

El ovario en el lenguado es una estructura par y de forma alargada. Si estudiamos una sección sagital podemos observar el estroma ovárico en el que se disponen las laminillas ováricas que proceden del tejido epitelial de la pared del ovario (lámina II). La gónada está recubierta en su parte más externa por un epitelio peritoneal muy delgado constituido por células pequeñas y planas; a continuación se distingue la túnica o capa albucígena constituida por tejido conectivo, músculos de fibra lisa y vasos sanguíneos. En la cavidad interna del ovario existe una sola capa de células epiteliales (epitelio germinal). En ovarios maduros este epitelio adquiere un extraordinario desarrollo, de manera que el citoplasma de las células que lo constituyen es muy abundante; en la parte apical se acumulan gran cantidad de granulaciones APS+ que se colorean con el azul de anilina del CLEVE - LAND-WOLFE. El espesor de este epitelio germinal ha sido considerado por muchos autores como un carácter indicador del estado sexual que ha alcanzado la gónada. La capa albucígena se expande hacia el interior de la gónada mediante una serie de bifurcaciones de tejido co-

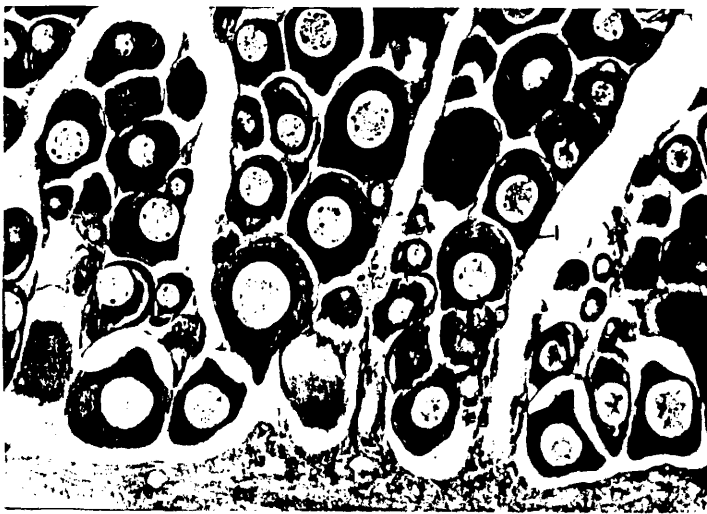


Lámina II.- Disposición, en el estroma ovárico de las laminillas ováricas (l) procedentes del tejido epitelial de la gónada (eg). x 970

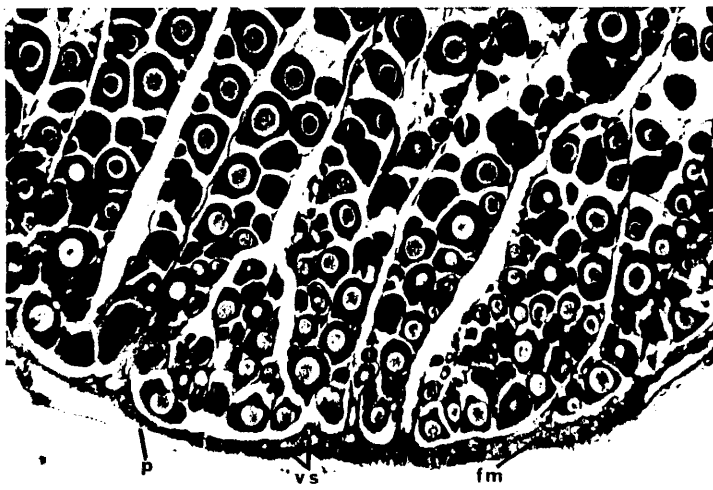


Lámina III.-Capa albucígena o túnica (al), en la que se aprecia la presencia de fibras musculares (fm), vasos sanguíneos (va) y un epitelio peritoneal (p). x 970

nectivo, de modo que a lo largo de ellas se distribuyen los diferentes tipos de ovocitos (Lámina III).

El lumen ovárico se continúa con el oviducto, uniéndose este conducto con el procedente del otro ovario en una papila genital común.

En la túnica y el estroma ovárico se encuentran gran cantidad de vasos sanguíneos cuyo número varía según la época del ciclo sexual, siendo mayor su cantidad durante los períodos de prepuesta y puesta.

3.2.1.1.-Estados de crecimiento de los ovocitos

En los peces, el crecimiento de los gametos femeninos es muy largo y tiene lugar un aumento de tamaño considerable. Durante la ovogénesis el oocito se encuentra rodeado de una capa de células foliculares procedentes del epitelio germinal (granulosa), la cual está constituida por vasos sanguíneos. Al igual que en los mamíferos, entre el folículo y la superficie del huevo se desarrolla una membrana llamada zona radiada donde aparecen estriaciones perpendiculares a la superficie del óvulo. Es muy posible que sea a través de estas estructuras por donde penetren las prolongaciones protoplasmáticas de las células del folículo, las cuales influyen en el crecimiento del oocito mediante el aporte de sustancias que, a su vez, son absorbidas por éste (Lámina IV).

La profase de la primera división meiótica tiene lugar al inicio de los estados de crecimiento del oocito y, por lo general, tiene una duración muy larga. Las siguientes fases de la meiosis



Lámina IV.-Ovocito maduro y folículo en donde se observan dos capas muy definidas: la teca (t) y la granulosa (g). También se aprecia la zona radiada (zr). x 2.000



Lámina V.-Oogonia inmersa en el epitelio germinal. El nucléolo (n) es muy prominente. x 1.600

se desarrollan al final del período de formación del ovocito, una vez que éste ha adquirido todo el vitelo. La segunda división meiótica se lleva a cabo después de la ovulación. Ambas divisiones son muy rápidas admitiendo algunos autores que incluso puede realizarse una vez que han sido emitidos ya los óvulos.

El lenguado (S. solea L.) tiene un ciclo anual de puesta muy definido, de manera que cada una de las fases de este ciclo está caracterizada por la presencia de un determinado tipo de oocito (fig.5). De manera general se reconocen tres tipos de oocitos:

- 1) ovocitos carentes de vitelo o primera fase de crecimiento, los cuales aparecen en los ovarios en todos los meses del año;
- 2) oocitos con una mayor o menor cantidad de vitelo (segunda fase de crecimiento) que aparecen durante las fases de prepuesta y puesta; y
- 3) huevos próximos a la ovulación y a la emisión cuya presencia es exclusiva del período de freza y poco antes de que se produzca la misma.

En la figura 6 hemos representado gráficamente el porcentaje que alcanzan las diversas clases de oocitos durante el proceso natural de puesta.

3.2.1.1.1.-Primera fase de crecimiento

Este estado lo constituyen las oogonias y todos los oocitos que carecen de vitelo.

Las oogonias están presentes durante todo el año en los ovarios, siendo más frecuentes durante el período de puesta y

de postpuesta. Se distribuyen irregularmente por la gónada pudiendo lo calizarse, de manera aislada, inmersas en el epitelio gonadal o formando quistes recubiertos por una capa de tejido conjuntivo. Las células oogoniales tienen un diámetro que oscila entre 3,32-8,30 micras. El núcleo es grande y su nucléolo está muy marcado. La membrana nuclear es casi inapreciable y el citoplasma muy pequeño (lámina V).

Oocitos en estado A (estado de nucléolo cromatínico, según la nomenclatura de YAMAMOTO y YAMAZAKI (1961) para los oocitos de Carassius auratus). La denominación de oocitos se aplica cuando las oogonias entran en la profase de la primera división meiótica. Los oocitos de este tipo varían extraordinariamente de aspecto, debido a que durante esta fase tienen lugar gran cantidad de transformaciones nucleares y nucleolares. Estos oocitos se encuentran localizados en el interior del epitelio germinal, pudiendo estar aislados o formando quistes. Se hallan frecuentemente durante todos los meses del año, aunque son más abundantes en los períodos de puesta y postpuesta. El tamaño de estos oocitos es, al principio, similar al de las oogonias pero posteriormente alcanza un diámetro medio de $12,6 \pm 2,5$ micras. Su núcleo es oval o esférico, la membrana nuclear es muy fina y algunas veces presenta condensaciones de cromatina en sus bordes. En el interior del núcleo se aprecia una red tupida de cromatina en cuyo centro está el nucléolo. Por la observación del núcleo, parece ser que en estos oocitos tiene lugar el desarrollo de determinadas fases de la primera división meiótica, de manera que al final de estos estados se aprecia un incremento en el tamaño del núcleo y los cromosomas forman una red de cromatina muy espesa que llena por completo el núcleo. Los nucléolos se encuentran situados en zonas próximas a la membrana nuclear. El ci-

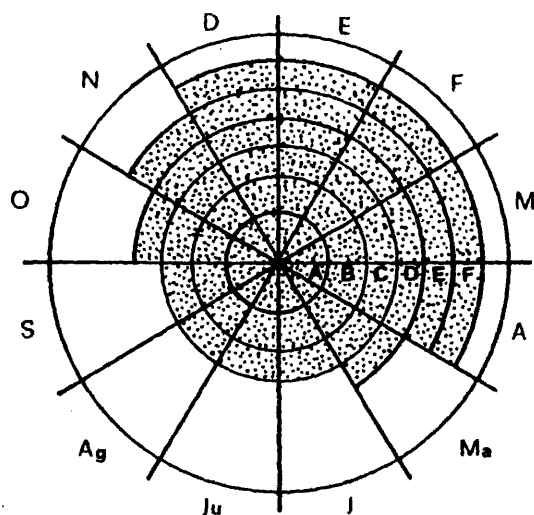


Fig.5..Variaciones mensuales de las diversas clases de oocitos en el ovario de S. solea.

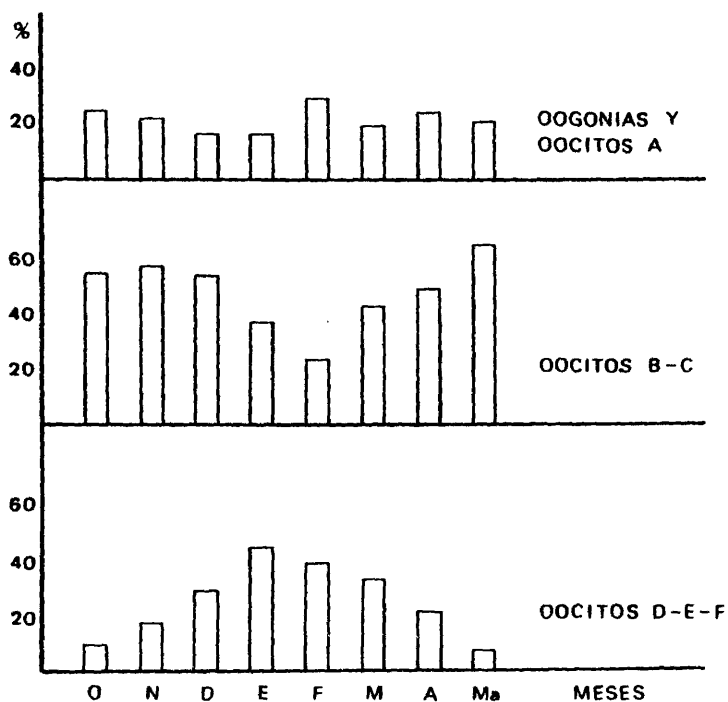


Fig.6.. Porcentajes de los diferentes estados de oocitos durante el ciclo natural de puesta del lenguado (S. solea)



Lámina VI.- Oocito en el estado A. Obsérvese la presencia de va-
rios nucléolos (n) y la basofilia del citoplasma (ct).
x 1.800



Lámina VII.- Oocito al final del estado A. x 1.800

toplasma va adquiriendo una basofilia muy patente. Al llegar a esta fa se los oocitos dejan de formar quistes para, a continuación, situarse aisladamente cerca del epitelio germinal del cual se irán alejando a medida que avance la vitelogénesis (láminas VI y VII).

Los oocitos en el estado B (fase perinucleolar tem prana, según YAMAMOTO y YAMAZAKI, 1961) se hallan frecuentemente a lo largo de todo el año en los ovarios. Su forma es redondeada u oval, aun que pueden presentar también un aspecto triangular o poligonal (lámina VIII). Poseen un diámetro medio de $61,4 \pm 2,1$ micras. El crecimiento que experimenta el núcleo es menor que en el estado anterior. El citoplasma presenta un aumento progresivo de tamaño y es intensamente basófilo, apreciándose una tinción muy característica con la hemalumbre del CLEVELAND-WOLFE. El vitelo tiene forma esférica y se encuentra situado en zonas próximas a la membrana nuclear, separándose de la misma a medida que progresa el crecimiento. El núcleo, grande y esférico, posee varios nucléolos distribuidos cerca de la membrana nuclear, los cuales presentan también formas redondeadas y son más numerosos a medida que aumenta el crecimiento; se tiñen de color naranja intenso con el CLEVELAND-WOLFE.

Oocitos en el estado C (fase perinuclear tardía, según la nomenclatura de YAMAMOTO y YAMAZAKI, 1961). Este estado se dis tingué del anterior por el incremento apreciable que se observa en los oocitos y por la pérdida gradual de la basofilia del citoplasma. Por lo general tienen forma esférica y poseen un diámetro medio de $109,6 \pm 2,2$ micras. El núcleo es esférico y en su interior se aprecian los cromosomas que mantienen una clara afinidad por la hemalumbre. Los nucléolos ocupan una posición perinuclear. El núcleo de vitelo se sitúa

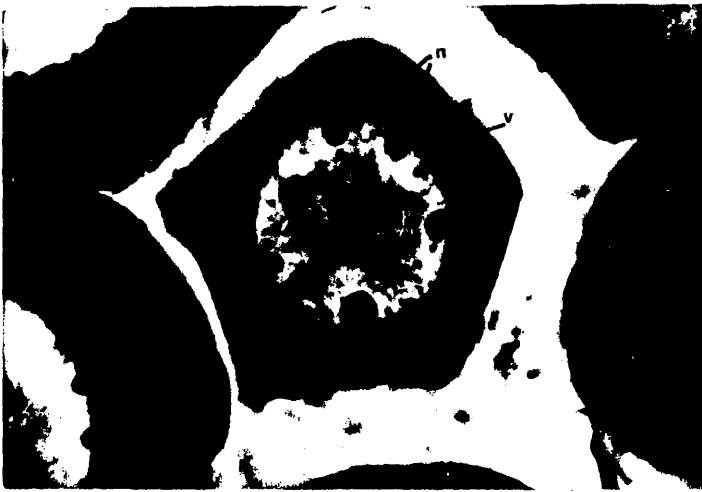


Lámina VIII.- Oocito en el estado B. Obsérvese la disposición de los nucléolos (n) cerca de la membrana nuclear y la presencia del anillo de vitelo (v). x 2.000

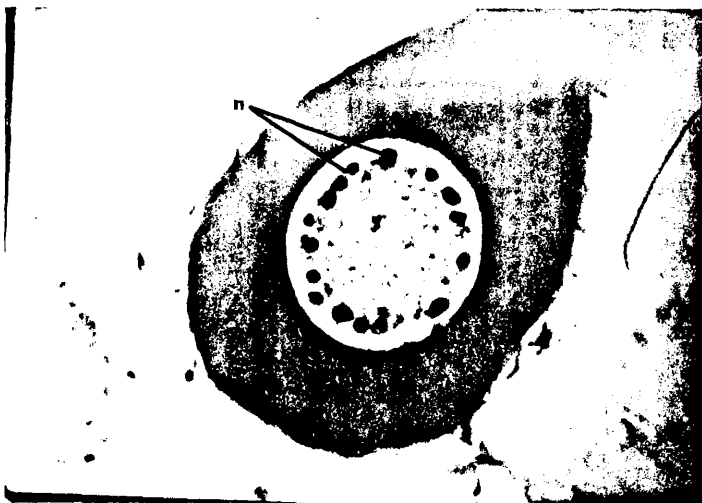


Lámina IX.- Oocito en el estado C. Los nucléolos son numerosos y presentan una disposición perinuclear (n). x 1.575

en una zona cercana a la membrana del núcleo y tiene forma esférica. Al igual que en los estados anteriores, estos oocitos se han encontrado en los ovarios del lenguado durante todos los meses del año (Lámina IX).

3.2.1.1.2.-Segunda fase de crecimiento

Este estado está definido por la formación y almacenamiento progresivo del vitelo por los oocitos. El citoplasma se vacuoliza y el núcleo de vitelo se desintegra dando lugar a las primeras vesículas de vitelo en la periferia del ooplasma. La zona radiada o pelúcida empieza a manifestarse.

A medida que se desarrolla la vitelogénesis, el espacio existente entre las laminillas ováricas va disminuyendo de tamaño como consecuencia del crecimiento de los ovocitos. El estroma ovárico está completamente lleno de oocitos de diferentes dimensiones. El epitelio germinal está muy estimulado y la túnica se va haciendo más estrecha.

Durante la segunda fase de crecimiento se han podido distinguir tres tipos de inclusiones vitelinas: vesículas de vitelo, gránulos de vitelo y gotas lipídicas. Asimismo se han observado tres estados diferentes en los oocitos a los que se ha denominado D, E y F.

Los oocitos en estado D (estado de vesícula de vitelo, según la terminología de YAMAMOTO y YAMAZAKI, 1961) se caracterizan por la aparición de las vesículas de vitelo y por la pérdida de la basofilia del citoplasma. Estos oocitos están presentes en el ova-

rio en los meses que van de octubre a mayo. Durante el tiempo que dura la puesta se encuentran junto a otros ovocitos más desarrollados . El diámetro medio calculado en este estado es de $128,6 \pm 1,3$ micras. En zonas próximas a la membrana celular se hallan las primeras vesículas de vitelo, que son muy pequeñas y de forma redondeada u ovalada; a medida que se desarrolla este estado hay un incremento progresivo en cuanto a su número y tamaño, dirigiéndose hacia el interior del oocito hasta llegar a zonas cercanas al núcleo. Estas vesículas se tiñen de azul con el azul de anilina del CLEVELAND-WOLFE. El citoplasma ha aumentado de tamaño y lo mismo ocurre con el núcleo, que tiene forma esférica o, en ocasiones, elíptica. Los nucléolos se distribuyen alrededor de la membrana nuclear. En fases tardías se distingue perfectamente la zona radiada e inclusiones alrededor de la membrana celular, de mayor tamaño que las vesículas de vitelo, pudiéndose afirmar con seguridad la existencia de inclusiones lipídicas (lámina X).

Oocito en estado E (estado de gránulo de vitelo, según YAMAMOTO y YAMAZAKI, 1961). En estos ovocitos existen gránulos y vesículas de vitelo. El tamaño de estos oocitos es de $294,5 \pm 8,8$ micras. Los gránulos, a medida que aumentan de tamaño, van ocupando el interior del oocito desplazando hacia la periferia a las vesículas. Tienen forma esférica y son débilmente PAS + ; toman el color naranja con el CLEVELAND-WOLFE (lámina XI). Estructuralmente considerados, tal vez se trate de lipoproteínas (ZANUY, 1975).

La zona radiada aumenta considerablemente de espesor, pudiéndose observar dos capas perfectamente definidas: una externa con una estructura poco compacta, y otra interna más delgada. Las estrías típicas de esta zona se presentan con mayor claridad en fa



Lámina X.-Oocito en estado D. Se observa la presencia de vesículas vitelinas (vv) e inclusiones lipídicas (l). También se distinguen el folículo (f) y la zona radiada (zv). x 390



Lámina XI.-Oocito en estado E (fase tardía). Se aprecian claramente los gránulos de vitelo (gr), las inclusiones lipídicas (l) y las vesículas vitelinas obliteradas en la periferia del ooplasm (vv) x 375

ses tardías de este estado. En el folículo se aprecia un desarrollo más intenso de manera que, en la teca, la irrigación sanguínea es más abundante que en los anteriores tipos de oocitos mencionados. Asimismo, la capa granulosa alcanza un gran espesor poniéndose de manifiesto la prominencia de los núcleos de las células de esta capa.

El núcleo de estos ovocitos presenta, en algunos casos, una forma ligeramente ameboides. Los nucléolos son irregulares en su disposición y dimensiones, siendo al mismo tiempo muy numerosos. Los cromosomas son muy pequeños aunque se ven con mayor claridad que en los oocitos del estado D.

En los oocitos en estado F (estado tardío de gránulo de vitelo, según la terminología de YAMAMOTO y YAMAZAKI, 1961) los gránulos de vitelo ocupan más de la mitad del ooplasma, aumentando progresivamente y llenándolo por completo al final de esta fase. Las gotas lipídicas han aumentado de tamaño, al tener lugar la fusión de unas con otras, y se distribuyen entre los gránulos de vitelo (lámina XII). Las dimensiones de estos ovocitos alcanzan una media de $366,1 \pm 3,0$ micras, siendo ésta una de las características que mejor los diferencian de los que se encuentran en el estado E.

Las vesículas de vitelo se disponen en una fila, o en dos a lo sumo, en la periferia del oocito, conservando su afinidad por el azul de anilina del CLEVELAND-WOLFE.

El núcleo es irregular, presentando una forma más o menos esférica al final de esta fase. Los nucléolos son numerosos, de aspecto redondeado, en su mayoría, o esférico y se encuentran situados en las proximidades de la membrana nuclear. Los cromosomas, de pequeño tamaño, se hallan en el centro del núcleo.

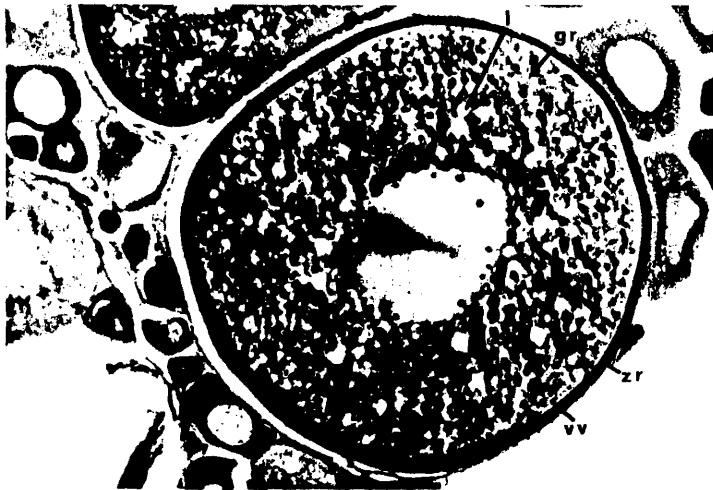


Lámina XII.-Oocito en el estado F.Obsérvese el aumento de tamaño de los gránulos de vitelo (gr), gotas lipídicas (l) y zona radiada (zr).Las vesículas de vitelo (vv) forman una estrecha capa en la periferia del oocito. x 410

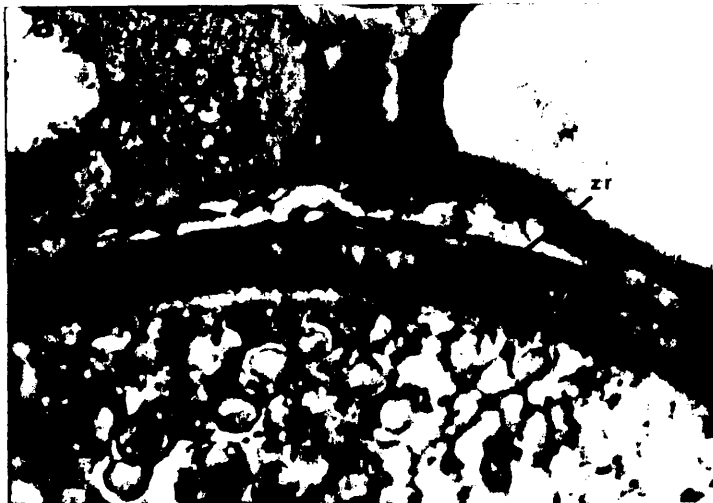


Lámina XIII.-Detalle de la zona radiada (zr) en un oocito en el estado F (fase tardía), donde se aprecian claramente las estricciones perpendiculares a la superficie del oocito. x 2.000

La zona radiada alcanza su mayor desarrollo, pudiéndose observar claramente las estriaciones perpendiculares a la superficie del óvulo. La capa interna ha aumentado considerablemente de grosor (lámina XIII). En el folículo, la capa granulosa presenta núcleos de forma redondeada y con nucléolos prominentes. Por su parte, la teca no presenta diferencias muy apreciables con respecto al estado anterior.

ZANUY (1975) establece un último estado en el desarrollo del oocito, al que denomina G, y cuyas principales características son: el tamaño elevado de los oocitos, la emigración del núcleo desde el centro a la periferia y la fusión de los gránulos de vitelo y de los lípidos para formar una sola gota. En el lenguado, el desplazamiento del núcleo hacia la membrana del óvulo sólo tiene lugar un poco antes de la puesta y cuando los ovocitos han alcanzado un diámetro de 650-700 micras. Estas observaciones fueron también descritas por LA HAYE (1972).

3.2.1.1.3.-Atresia

El estado atrésico se caracteriza por la reabsorción, más o menos rápida, de los huevos en segunda fase de crecimiento que no habían sido emitidos durante la época de puesta (láminas XIV y XV).

En la prepuesta se ha observado la presencia de oocitos atrésicos que estaban en fases muy retrasadas de vitelogenénesis. Esto está relacionado con anomalías estructurales del folículo, que es incapaz de suministrar el alimento suficiente al oocito para su nor-

mal desarrollo. Este hecho también se menciona en el caso de la platija (Pleuronectes platessa) (BARR, 1963a).

Los ovocitos atrésicos se pueden reconocer fácilmente por presentar las células de la granulosa hipertrofiadas, los glóbulos de vitelo deformados y la zona radiada degenerada, no presentando las típicas estriaciones y mostrando un aspecto floculoso. En la digestión de esta capa intervienen activamente las células de la granulosa del folículo, que se distribuyen de manera irregular y que, poco a poco, junto con partes no digeridas de la zona radiada, penetran en el interior del oocito. El núcleo del ovocito no se aprecia desde los primeros momentos de iniciarse los procesos atrésicos; es muy posible que tenga lugar una cromelisis y una difusión rápida por el citoplasma.

Los oocitos atrésicos, a medida que avanza el proceso, van disminuyendo de tamaño debido a la contracción del citoplasma y a que los gránulos de vitelo se van degenerando, formando al final una pequeña masa central que va siendo fagocitada activamente por las células de la granulosa.

No se ha observado la presencia de células sanguíneas en el interior de los cuerpos atrésicos, como ocurre en otras especies, por lo que en la absorción y digestión del vitelo únicamente intervienen las células de la capa granulosa del folículo. En ningún caso se pudo constatar la presencia de células de la teca en el interior del ovocito atrésico.

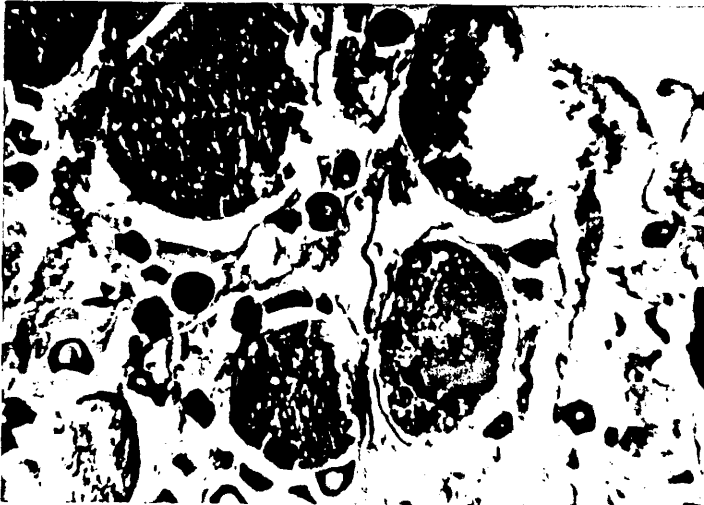


Lámina XIV.-Varios grados de atresia en oocitos del estado F.

x 147

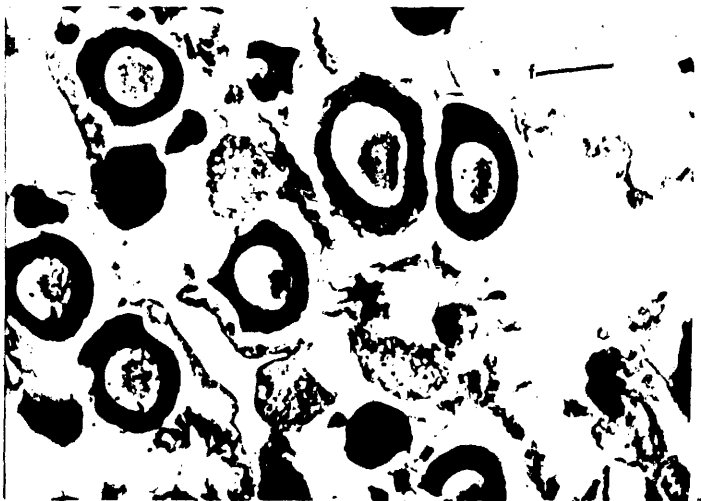


Lámina XV.-Aspecto de un estroma ovárico con diferentes tipos de ovocitos atrésicos. Obsérvese la presencia de folículos varios (f). x 400

3.2.2.-El testículo de S. solea L.

De manera general, los testículos se encuentran situados, como en el caso de los ovarios, uno de mayor tamaño en el lado dorsal, y otro en el ventral. Ambos están suspendidos por un par de mesenterios. Del extremo anterior de cada testículo sale un corto conducto que se reúne con el del lado opuesto para constituir un canal deferente. Tras un pequeño recorrido este conducto se une al renal para desembocar en el poro urogenital. Las arterias y las venas testiculares están sostenidas por el mesenterio anteriormente citado.

Los testículos están rodeados por una delgada capa celular monoestratificada y continua cuyas células tienen citoplasmas muy alargados y núcleos de forma triangular. Entre estas células se suele observar la presencia de material necrótico que procede del interior de la gónada. Esta capa recibe el nombre de albucígena, (lámina XVI).

Por debajo de la capa mencionada anteriormente se dispone el tejido fibroso conectivo, el cual emite prolongaciones hacia el interior del testículo formando una red imbricada y rodeando, al mismo tiempo, los túbulos testiculares. La gran masa de tejido conectivo está situada en el centro del testículo, alrededor de la cavidad central, y presenta una gran afinidad por el azul de anilina del CLEVELAND-WOLFE. Desde esta cavidad hacia el interior del testículo se disponen gran número de túbulos cuyas partes distales se orientan hacia la periferia testicular y sus lados proximales se disponen en un canal testicular que comunica con la cavidad central. Las cavidades centrales de cada uno de los lóbulos de ambos testículos se unen forman-

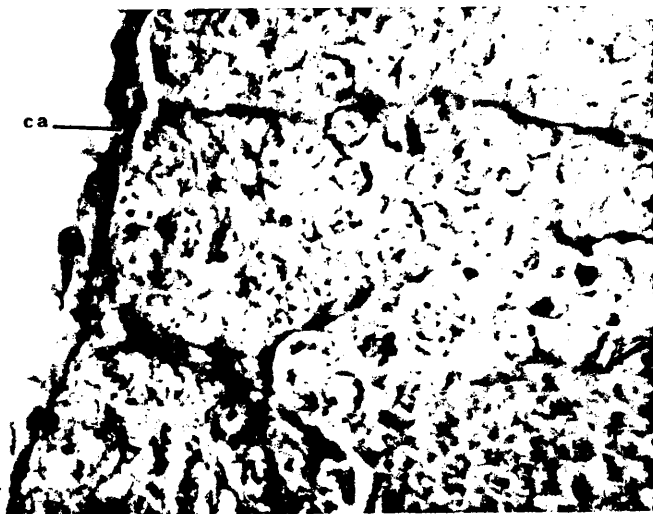


Lámina XVI.—Testículo de *S. solea* rodeado por la capa albucígena (ca), donde puede apreciarse material necrótico procedente del interior de la gónada. x 100

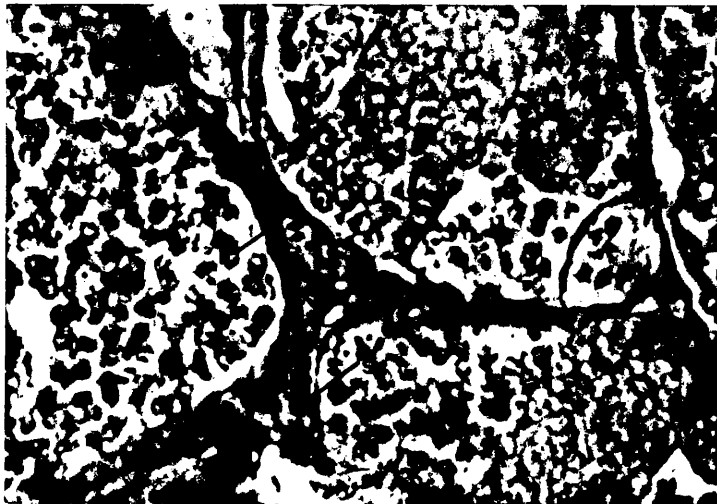


Lámina XVII.—Testículo de *S. solea* durante la maduración sexual. Nótese los fibrocitos (F) que rodean los túbulos testiculares, las células de Sertoli (S) y las células de Leydig (L). x 3500

do el canal deferente. Las células del tejido fibroso conectivo son alargadas y están en íntimo contacto con las paredes externas de los túbulos. Estas fibras musculares intertubulares deben contribuir de alguna manera a la expulsión de los espermatozoides y a la recuperación del aspecto normal de los túbulos testiculares después de las anomalías sufridas durante el período de puesta de la especie (lámina XVII).

En los espacios intertubulares se encuentran también las células de Leydig que presentan una distribución idéntica a la de los vertebrados superiores. Estas células pueden disponerse de manera individual o formando grupos pequeños pero nunca constituyendo sincitios. Se las ha diferenciado de los fibrocitos por ser redondeadas u ovales, por su naturaleza glandular y por presentar un citoplasma muy acidófilo y un núcleo vesicular muy prominente (lámina XVIII).

Las células de Sertoli se distribuyen en los túbulos, tanto en el ápice como en el interior, rodeando los quistes de elementos germinales. Durante el período de reposo sexual están situadas alrededor de las espermatogonias de mayor tamaño. En el período de espermatogénesis estas células van separando las distintas células germinales que se producen, disminuyendo progresivamente el espesor de su pared hasta que finalmente se rompen para emitir los espermatozoides a la luz tubular (lámina XIX).

En el testículo de S. solea L. es posible apreciar la presencia de material de tipo necrótico durante el período de postpuesta como consecuencia de la degeneración celular que se produce en los quistes testiculares. Estas grandes acumulaciones de material necrótico son normalmente expulsadas a la cavidad corporal a tra

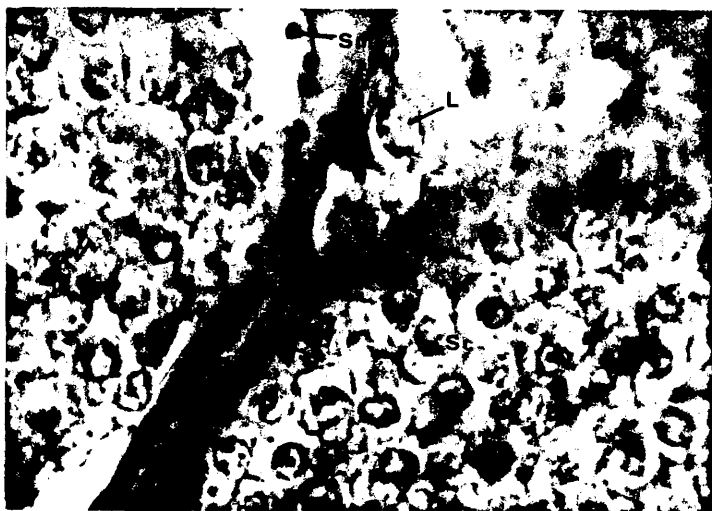


Lámina XVIII.—Grupo de células de Leydig (L) durante la época de puesta. (Sm) espermatidas. (Sc) quistes de espermatoцитos. x 2.500

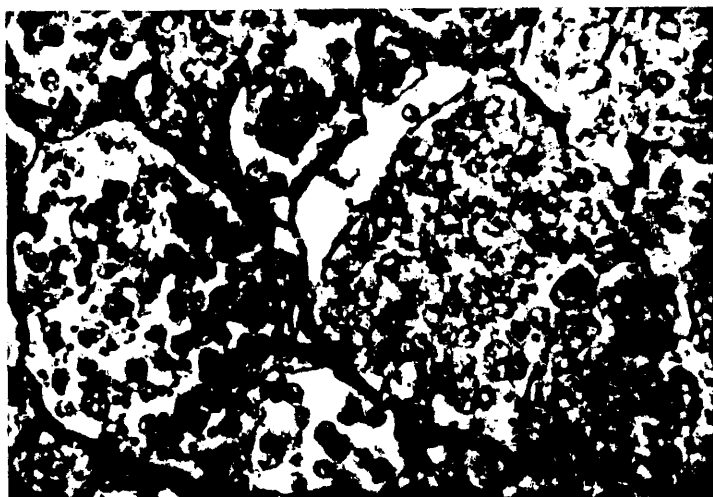


Lámina XIX.—Túbulos testiculares de S. solea durante la maduración gonadal. x 2.300

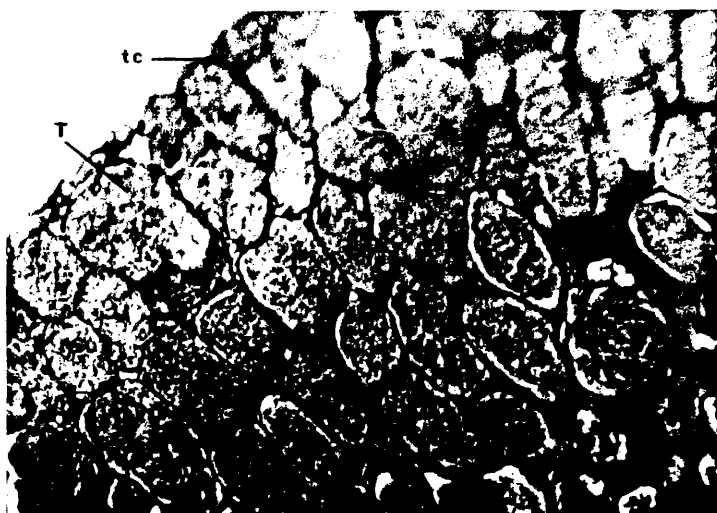


Lámina XX.-Aspecto general del testículo de S. solea donde se aprecia una estructura de tipo tubular rodeada de tejido conjuntivo (tc).Túbulos testiculares (T). x 350



Lámina XXI.-Corte sagital del testículo de S. solea. Nótese la presencia de un gradiente de maduración desde la periferia de la gónada hasta el hillum o zona central. x 350

vés de los túbulos testiculares.

3.2.2.1.-Los tipos celulares germinales

Los testículos de la mayoría de los peces están constituidos por estructuras tubulares ramificadas, rodeadas de tejido fibroso conectivo, que reciben el nombre de lóbulos o túbulos (lámina XX). Se ha observado también la presencia de un gradiente de maduración que va desde la periferia de la gónada hasta la zona central o hillum, de manera que la reposición de los elementos germinativos emitidos comienza siempre desde la parte más externa del testículo (lámina XXI).

Durante la espermatogénesis los diferentes tipos celulares se disponen formando quistes, de manera que cada uno deriva de una sola espermatogonia. Esta, por división meiótica, dará espermátocitos primarios y secundarios quienes, a su vez, se transformarán en espermátidas las cuales, por espermiación, originarán los espermatozoides que serán expulsados al exterior durante el período de puesta.

Las espermatogonias, durante el reposo sexual (junio-septiembre), no están constituyendo quistes y son de gran tamaño. Presentan un núcleo central prominente donde destaca con claridad su nucléolo (lámina XXII). Estas células se encuentran aisladamente y están rodeadas por las células de Sertoli. A partir de septiembre tiene lugar un incremento de las mitosis a nivel de los túbulos, disponiéndose las espermatogonias resultantes en quistes cada vez más grandes. A medida que aumentan las dimensiones de los quistes hay un progresivo decrecimiento del tamaño de las espermatogonias, los núcleos van sien-



Lámina XXII.-Túbulos testiculares con espermatogonios de gran tamaño (Es). (N) núcleo; (n) nucléolo. x 700

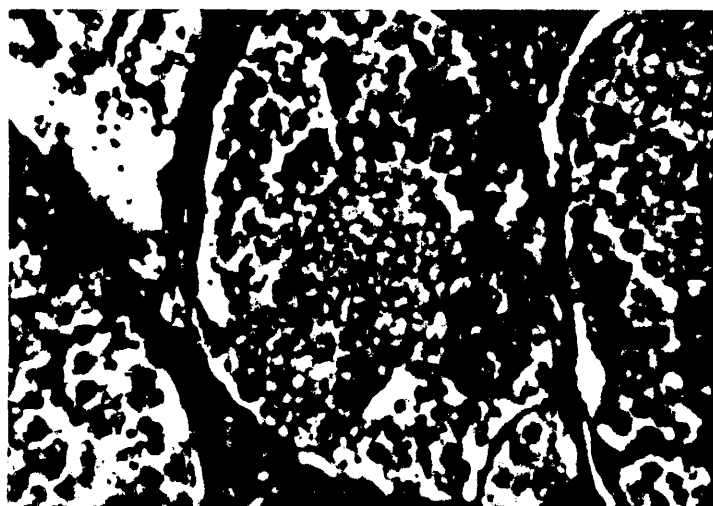


Lámina XXIII.-Túbulo testicular de S. solea durante la maduración sexual. Obsérvese la presencia de las diferentes células germinales. x 1.050

do cada vez más pequeños, observándose en ellos una gradual condensación de la cromatina al tiempo que se hacen más compactos y oscuros (lámina XXIII).

Los espermatozoides primarios se diferencian de los secundarios por tener mayor talla nuclear y por la visualización individual de los filamentos cromatínicos.

CARRILLO (1975) distingue tres tipos de espermátidas: 1) espermátidas S_1 , que todavía no ocupan el centro del túbulo y presentan un citoplasma claro y una fuerte condensación cromatínica nuclear; 2) espermátidas S_2 , con el núcleo intensamente teñido, que ocupan generalmente el centro del túbulo; y 3) espermátidas S_3 , en estado avanzado de maduración y con presencia del flagelo que está ya bastante desarrollado.

Los espermatozoides se han encontrado en los túbulos testiculares de lenguados entre los meses de octubre y marzo, pudiéndose observar su presencia, aunque de manera residual, en abril y mayo, así como la de quistes de espermatoцитos y espermátidas.

Las colas de los espermatozoides se disponen en dirección hacia la luz tubular y presentan un núcleo redondeado con una condensación de cromatina muy considerable (láminas XXIV y XXV).

3.3.-DISCUSION

El ritmo de desarrollo de los ovocitos en el lenguado (S. solea L.) es del tipo asincrónico (según la clasificación dada por MARZA, 1938). Este se caracteriza por la presencia en el ovario de oocitos correspondientes a diferentes estados de crecimiento,

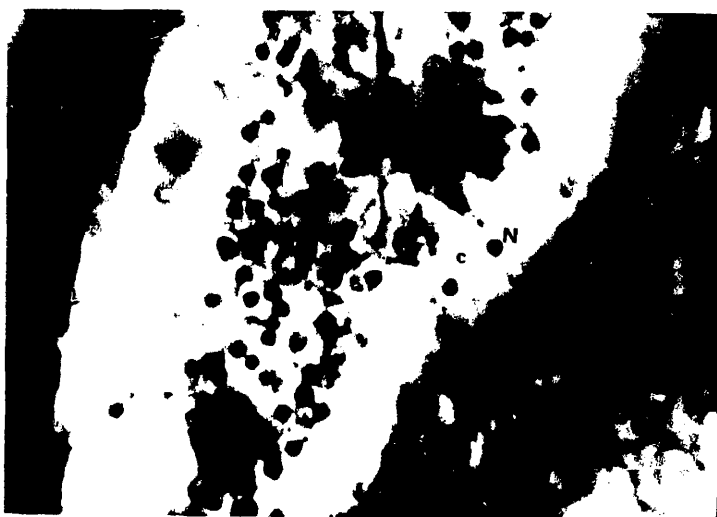


Lámina XXIV.-Túbulo testicular con espermatozoides. Cabeza (N), cola (c). x 2.000

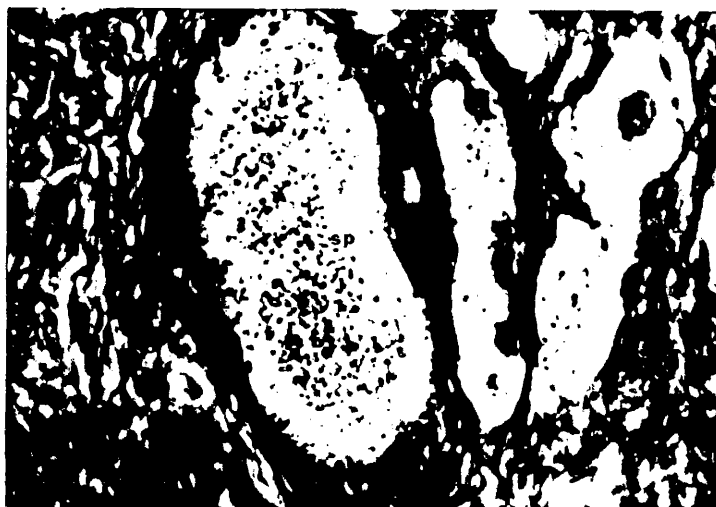


Lámina XXV.-Aspecto general de algunos túbulos testiculares en el pefílo de postpuesta donde se observan espermatozoides residuales (sp). x 120

el período de puesta es más o menos dilatado y los huevos son emitidos en sucesivas etapas. Es decir que existen diferentes "stocks" de ovocitos que van madurando gradualmente a medida que los más avanzados son ovulados y emitidos en las sucesivas frezas. Este hecho también ha sido puesto de manifiesto en otras especies, tales como: Carassius auratus (YAMAZAKI, 1965) y Paracentropristis cabrilla (ZANUY, 1975).

El origen de los oocitos en el ovario ha sido discutido ampliamente por muchos autores, aunque en general todas las opiniones se ajustan a los tipos enumerados por FRANCHI, MANDL y ZUCKERMAN (1962), los cuales establecieron cuatro formas diferentes: 1) oocitos procedentes de la división meiótica de las células del folículo; 2) por proliferación del epitelio germinal; 3) a partir de oogonias preexistentes que se dividen por mitosis; y 4) originados por proliferación del epitelio germinal a través de divisiones mitóticas de las oogonias preexistentes. YAMAMOTO (1956) y ANDREU y DOS SANTOS PINTO (1957) observan que los oocitos se originan a partir de las células foliculares, ya que encontraron gran cantidad de mitosis entre las células de los folículos vacíos o porque, en algunos casos, éstas tenían un aspecto parecido al de las oogonias. BARA (1960) y HOAR (1969) admiten la posibilidad de que parte del epitelio germinal dé lugar a las células oogoniales. YAMAMOTO (1962) y YAMAZAKI (1965) apreciaron mitosis entre gran cantidad de las oogonias que originarían nuevas generaciones de oocitos.

En el caso del lenguado se ha podido observar, con relativa frecuencia, la presencia de oogonias en el interior del epitelio germinal o en íntimo contacto con él, lo que hace pensar que las células germinales se diferenciarían a partir del epitelio, hecho simi

lar al ocurrido en Scomber scomber (BARA, 1960) y en Paracentropristis cabrilla (ZANUY, 1975). Sin embargo, también se ha apreciado la existencia de quistes de oogonias, lo que nos permitiría establecer dos hipótesis: la primera, admitiendo la formación de los elementos germinales a partir de divisiones mitóticas de las células del epitelio germinal; la segunda, reconociendo la existencia de abundantes mitosis entre las oogonias ya preexistentes. Esta segunda hipótesis vendría apoyada por las observaciones realizadas en otros Teleósteos, tales como Oryzias latipes (YAMAMOTO, 1962), donde las mitosis tenían lugar en un espacio de tiempo muy corto, siendo sólo apreciadas en el momento oportuno; en Pleuronectes platessa BARR (1963) ha puesto de manifiesto hechos similares.

En el lenguado (S. solea L.) la presencia de oogonias en el ovario es muy abundante durante la puesta y la postpuesta, así como también a lo largo de todo el año.

Desde el punto de vista endocrinológico la primera fase de crecimiento parece no estar influenciada por las hormonas gonadotropas (YAMAZAKI, 1965). Esto ha sido estudiado con mayor amplitud gracias a las numerosas hipofisectomías realizadas en algunas especies de Teleósteos (PICKFORD y ATZ, 1957). BARR (1963 b) ha observado el desarrollo de los ovocitos de la primera fase de crecimiento en la platija Pleuronectes platessa L. hipofisectomizada, llegando a las mismas conclusiones que los autores citados anteriormente. No obstante, las secreciones de la hipófisis tienen una gran importancia en la formación de los ovocitos de la segunda fase de crecimiento.

Las diferentes experiencias realizadas con los reproductores de lenguado, descritas anteriormente (capítulo 2), nos han

confirmado que las hormonas gonadotropas influyen positivamente sobre los estados de ovocitos que caracterizan la segunda fase de desarrollo ovárico.

La regresión y atrofia de los ovarios en los Teleosteos tiene lugar cuando disminuye la actividad hipofisaria (PICK - FORD y ATZ, 1957; BARR, 1963; YAMAZAKI, 1965; MACKAY, 1973).

La atresia ovárica en todos los Teleosteos viene caracterizada por una rotura de la zona radiata, estimulación de las células de la capa granulosa del folículo e invasión del interior del oocito por estas células y digestión del vitelo. Esta es más activa cuanto mayor es el crecimiento alcanzado por el ovocito.

En relación a la función del folículo, una vez expulsado el óvulo, no hay opiniones claras. Al folículo vacío se le ha llamado cuerpo lúteo por analogía con la estructura que se forma en los mamíferos. BARR (1960), BARR (1963) y ZANUY (1975) han establecido que dicha estructura no parece tener una función similar a la de los vertebrados superiores. Sin embargo, HOAR (1965, 1969), LAMBERT (1970) y en especial KHOO (1975) sugieren que el cuerpo lúteo de los Teleosteos tiene una función secretora de estrógenos. Este último investigador admite que las células de la capa granulosa del folículo, además de realizar una función fagocitaria también desarrollan un papel en la esteroidogénesis. Se cree que los esteroides sintetizados por el cuerpo lúteo influyen en la diferenciación de ciertas células de cuerpo lúteo en ogonias. Esta hipótesis ha estado apoyada por dos tipos de métodos, uno histológico y otro basado en la autorradiografía. En el lenguado (S. solea L.) no se han realizado averiguaciones concretas en este sentido.

La morfología del testículo y la endocrinología comparada de muchas especies de Teleósteos ha sido ya bien estudiada (PICKFORD y ATZ, 1957; DODD, 1960, 1972; LOFTS, 1968; HOAR, 1965, 1969). De todos los datos obtenidos se desprende una característica común en los ciclos anuales testiculares: la proliferación de las células germinales en grupos bien coordinados e individualizados, rodeados por una membrana cística. Estas estructuras han sido denominadas como quistes, nidos, folículos o ámpulas (CARRILLO, 1975).

La espermatogénesis está controlada de manera general por las secreciones de la glándula hipofisaria y su ausencia bloquea por completo las divisiones mitóticas de las espermatogonias (BARR, 1963; YAMAZAKI y DONALDSON, 1968).

En los Teleósteos no se conoce con exactitud el lugar de síntesis de las hormonas gonadales en los testículos. En una primera etapa algunos autores creían que las células limitantes de los túbulos se transformaban en células glandulares al final del período de la maduración gonadal. OOTA y YAMAMOTO (1966), en testículos inmaduros de trucha arco-iris, demostraron la existencia de células intersticiales diferentes de las "lobule boundary cells" y que podían ser comparadas a las células de Leydig de los vertebrados superiores. Finalmente GRESIK y col., (1973 a) en Oryzias latipes identificaron las células de Leydig alrededor de los túbulos seminíferos, pudiendo observar tres características importantes que presentan además las células productoras de esteroides en los vertebrados superiores: 1) presencia de núcleo vesicular; 2) mitocondrias con crestas tubulares; y 3) pigmentos granulares lipofuchsinófilos.

Las células de Sertoli han sido identificadas en

numerosas especies de Teleósteos, pero las interpretaciones han estado sometidas a errores muy grandes. A estas células muchos autores las han denominado como "lobule boundary cells" por tener una disposición y morfología muy similares. BILLARD y col. (1972), observando al microscopio electrónico estas células en diferentes especies de Teleósteos, establecieron que las "lobule boundary cells" eran las células de Sertoli. Estas desempeñan un papel importante en la formación de los quistes, nutrición de las células germinales y fagocitosis de los residuos citoplasmáticos o células germinales en degeneración. GRESIK y col., (1973 b) llegaron a idénticas conclusiones, indicando que el retículo endotelial liso de las células de Sertoli podría estar relacionado con la síntesis de esteroides. También pudieron observar que las variaciones en la morfología de estas células durante el ciclo sexual está en concordancia con la maduración de los elementos germinales.

II. BIOLOGIA DEL LENGUADO (S. soles L.)

1.-INTRODUCCION

En el contexto general sobre el estudio de la biología de peces, se observa la existencia de un extraordinario número de trabajos realizados en este sentido. Sin embargo, determinados grupos taxonómicos han sido objeto de mayor interés, como es el caso de los Pleuronectiformes (=Heterosomata). Este orden está constituido en su mayoría por especímenes muy importantes desde el punto de vista económico y científico, ya que se trata de especies de elevado valor comercial que, además, presentan singulares hábitos y adaptaciones así como múltiples problemas de tipo evolutivo y metamorfosis larvales muy peculiares.

El lenguado es una de las especies más características entre los Pleuronectiformes. Su existencia ha sido puesta de manifiesto desde muy antiguo, aunque los primeros datos descriptivos que se tienen al respecto se deben a LINNEO (1758) el cual publica la descripción en su libro "Systema naturae" utilizando para ello la nomenclatura binomial latina de Pleuronectes soles L.

Posteriormente, en 1806, QUENSEL será el primero en referirse al lenguado común con la denominación genérica de Soles, nombre que no sufrirá alteraciones hasta la actualidad, y siendo completada por este mismo autor bajo la forma específica de Solea vulgaris. Esta nomenclatura también la confirmaría RISSO (1810) al referirse a esta especie.

STEINDACHNER (1868) describe, bajo la denominación de Solea capellonis, una forma idéntica a S. solea L., hecho que se ha podido comprobar porque en el estudio de los diferentes caracteres ha bía una total coincidencia.

Los americanos JORDAN y GOSS (1889) fueron quienes comenzaron a referirse al lenguado como Solea solea . A partir de este momento, el nombre utilizado por los diferentes autores que han estudiado esta especie, ha oscilado entre la denominación de Solea vulgaris Quensel y Solea solea L.

El lenguado Solea solea L. es uno de los peces de mayor valor comercial en las pesquerías del mar del Norte. Las primeras investigaciones sobre esta especie en dicha zona se deben a CUNNINGHAM (1890) quien publicó un extenso trabajo sobre aspectos anatómicos. Posteriormente BUCKMANN (1963) estudió el crecimiento del lenguado en el mar del Norte, KRUUK (1963) su conducta en cautividad, DE VEEN (1967, 1970) las migraciones de las poblaciones según las estaciones del año y WOODHEAD (1964) la mortalidad en los meses de invierno. FLUCHTER (1965, 1970, 1974 a) describe el desarrollo de los huevos y de las larvas, ROSENTHAL (1966) el comportamiento larval, IRVIN (1974) la supervivencia de los huevos y larvas bajo condiciones naturales o experimentales en relación a la temperatura y FONDS (1975) la influencia de la salinidad y de la temperatura en el crecimiento de los alevines de lenguado. RUSSELL (1976) recopila en su libro toda la bibliografía y estudios realizados por diferentes autores sobre la descripción de huevos, larvas y postlarvas recogidos en el mar del Norte, mientras que FUCHS (1978) analiza los efectos del fotoperíodo sobre la supervivencia y el crecimiento de larvas o alevines.

En el Mediterráneo, la biología de esta especie se ha estudiado muy poco, aunque existen algunos trabajos que tratan un determinado aspecto. Tal es el caso de GHIRARDELLI (1959) sobre el crecimiento del lenguado en el Adriático y una nota biológica de MATTA (1961) referida a pesquerías de esta especie. En la presente contribución se han desarrollado todas las características más importantes del lenguado (S. solea L.) aclarando muchos puntos de los que no se tenía información por falta de datos. Estas observaciones realizadas nos servirán para completar las investigaciones llevadas a cabo por otros autores en otras áreas.

2.-SISTEMATICA

En el estudio sistemático de un grupo de animales la característica más importante a tener en cuenta es la identificación de los individuos que lo componen y el saber los límites que determinan a cada grupo taxonómico.

La distinción interespecífica se basa en diferentes criterios como son: la morfología, la anatomía, la citología, la genética, la bioquímica o la serología (según la especificidad en las proteínas), la fecundidad, etc.. Pero todas estas características no son rígidas sino que dentro de cada especie existe un abanico de diferencias morfológicas, serológicas u otras que están en relación con otros muchos factores.

En una zona limitada cada especie presenta ciertas particularidades morfológicas que varían con la edad, el sexo u otros parámetros, tales como el crecimiento, la alimentación, etc.

2.1-POSICION SISTEMATICA

El lugar que ocupa el Solea solea L. en la clasificación viene dado de la forma siguiente:

Super-clase ----- Pisces
 Clase ----- Osteichthyes
 Subclase ----- Actinopterygii
 Super-orden ----- Teleostei
 Orden ----- Pleuronectiformes (=Heterosomata)
 Suborden ----- Soleoidei
 Familia ----- Soleidae

Como todos los Pleuronectiformes, su cuerpo tiene un contorno más o menos oval, comprimido y asimétrico. Tiene uno de los flancos convexo (flanco cenital) y el otro plano (flanco narial). Los ojos están situados en el flanco cenital de la región cefálica, que es la porción del cuerpo más afectada por la asimetría.

Los Soleidos presentan la pigmentación y los ojos en el lado derecho. El inicio de la aleta dorsal está delante de la vertical que pasa por el centro del ojo inferior. La mandíbula del flanco ocular carece de dientes. La línea lateral existe en ambos flancos del cuerpo. Hay dos aletas pectorales y dos aletas pelvianas simétricas.

En los peces pertenecientes a este género, Solea Quensel (1806), el tubo nasal anterior del flanco ocular no alcanza el borde anterior del ojo superior y, en el flanco ciego, no está dilatado en forma de roseta. Las aletas dorsal y anal alcanzan la base de los radios marginales de la aleta caudal, por lo que queda libre el extremo posterior del pedúnculo caudal. Las aletas pectorales tienen más de

seis radios, el primero sencillo y los restantes bífidos.

2.2.-CARACTERES GENERALES DE LA ESPECIE

Solea solea L. presenta la aleta pectoral del lado ocular con el borde posterior redondeado pero de forma asimétrica y posee, en la parte superior del extremo posterior, una manchita negra más o menos redondeada. Los ojos son pequeños, estando el superior bastante alejado del perfil de la cabeza. El maxilar se extiende hasta por debajo del centro del ojo inferior (lámina XXVI).

La aleta dorsal se origina delante de la vertical que pasa por la base del tubo nasal anterior. La aleta pectoral del lado ciego es algo menor. El extremo posterior de la caudal tiene la forma de ángulo obtuso, pero redondeado. Las escamas se extienden por la base de las aletas dorsal y anal y tienen espículas marginales.

El número de radios de la aleta dorsal varía entre 75 y 93, en la aleta anal entre 59 y 79 y en la aleta pectoral entre 7 y 10.

El color del lado ocular es grisáceo, pardo y moteado, con varias series longitudinales de manchas redondeadas más o menos difusas en la zona dorsal, perfil de la ventral y línea lateral.

Esta especie se distribuye geográficamente por las costas de Europa occidental y de Africa, extendiéndose desde Escandinavia hasta Agadir, y por el mar Mediterráneo occidental. Penetra en los estuarios de los ríos y en las lagunas litorales salobres (LOZANO REY, 1952; FURNESTIN y col., 1958; CERVIGON, 1960; LOZANO REY, 1960; LOZANO CABO, 1967; MAURIN y col., 1970; RAE, 1970; TORCHIO, 1971; TOPP y HOFF



Lámina XXVI.- Ejemplar de S. solea L.

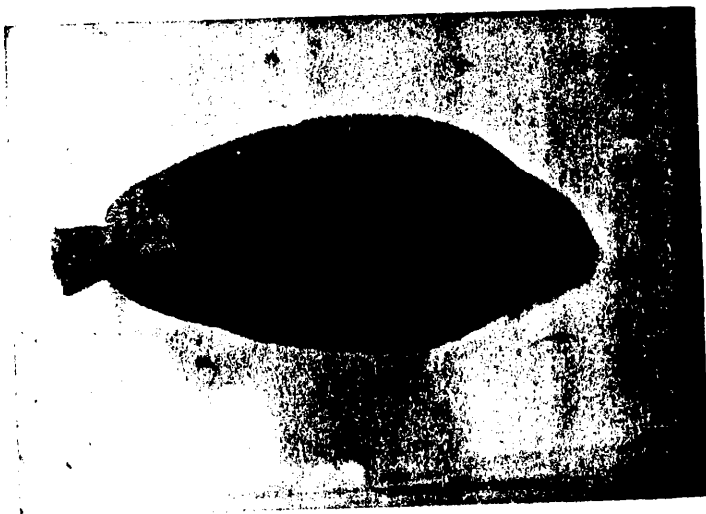


Lámina XXVII.- Ejemplar de S. senegalensis Kaup.

1972; NICHOLS, 1976). DAY (1880) establece la existencia de dos poblaciones diferentes de lenguado en el Atlántico: una, la inglesa y otra la portuguesa, la cual presentaba mayor número de vértebras y radios en las aletas. CHABANAUD (1927) ha descrito en Túnez la subespecie S. vulgaris aegyptiaca que tiene las escamas más grandes, el número de vértebras es menor (41-43), el radio posterior de la aleta dorsal es un poco más alargado en la base de la caudal y está provisto de una membrana posterior poco desarrollada y que está unida al extremo de la base del radio exterior de la aleta caudal.

2.3.-PRESENCIA DE S. senegalensis KAUP. EN EL MEDITERRANEO

Esta especie se encuentra frecuentemente en las costas del Atlántico oriental, desde la desembocadura del Girona (Francia) hasta Senegal (CHABANAUD, 1927; FURNESTIN y col., 1958; LOZANO REY 1960; CERVIGON, 1960). CARDENAS (1977) lo identifica en las costas del suroeste de España y en los esteros de la provincia de Cádiz. Ninguno de estos autores ha señalado su presencia en el Mediterráneo, por tanto es en este trabajo donde se cita por primera vez este dato.

S. senegalensis presenta una característica importante: la aleta pectoral del lado ocular tiene el extremo posterior redondeado, pero es de forma simétrica; tiene la membrana negruzca o azulada con los radios parduzcos en la cara exterior y de color blanco puro en la interior (lámina XXVII).

El flanco ocular, incluidas las aletas impares, tiene un color sepia con manchas azules que desaparecen con la muerte. La porción posterior de la aleta caudal y el extremo de los radios de la

dorsal y la anal son blanquecinos. El flanco ciego es blanco.

El número de radios de la aleta dorsal es de 77 a 95, el de la anal es de 61 a 75, el de la aleta pectoral es de 8 a 12.

2.3.1.-Diferencias con respecto a *S. solea* L.

Existen bastantes caracteres específicos que separan a *S. senegalensis* de *S. solea*, como podemos observar en la lámina XXVIII. Entre ellos podemos citar los siguientes: la longitud del tubo nasal del lado ocular, las dimensiones y posición de la narina posterior del mismo lado, el número y las dimensiones de las escamas, la forma de la aleta pectoral, el desarrollo de la membrana del último radio de las aletas dorsal y anal. También existen diferencias anatómicas: la parte inferior del aparato hiobranquial es proporcionalmente más corta en *S. senegalensis* y las formas de las branquias hioideas son sensiblemente diferentes. Pero el carácter mejor estudiado y que diferencia a una especie de otra es el número de vertebras (Tabla 4).

También se ha constatado que *S. solea* tiene un crecimiento más bajo que *S. senegalensis*. En el Mediterráneo se ha comprobado que *S. senegalensis* habita preferentemente en los fondos de arena cercanos a las zonas litorales y a una profundidad que no supera los 20 metros. Estas observaciones coinciden con las realizadas por COLLIGNON (1969) en las costas atlánticas marroquíes. CERVIGON (1960) y MAURIN (1968) señalan que la especie *S. senegalensis* es más abundante que *S. solea* en las costas saharauis y mauritanas.

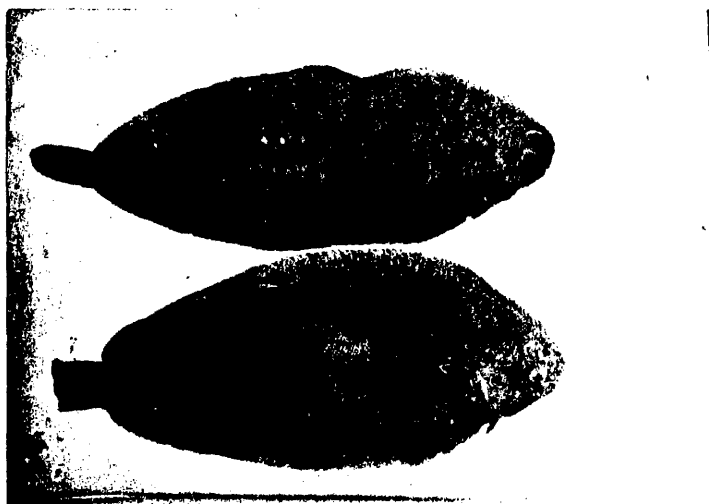


Lámina XXVIII.- Ejemplares de las especies Solea solea L.
y Solea senegalensis Kaup.

TABLA - 4

Diferencias en el número de vértebras entre las especies S. solea y S. senegalensis .

	nº de especímenes	nº de vértebras	media	localidad	autor
	-	-	47,21	Mar Báltico	MOHR (1918)
	-	47-52	50,34	Bretaña	DESBROSSES (1950)
<u>Solea</u> <u>solea</u>	2.440	-	48,60	Este del Mar del Norte	KLEYN y DE VEEN (1967)
	136	48-52	-	Mar del Norte	NICHOLS (1976)
	30	48-51	49,57	Costas del Suroeste de España	CARDENAS (1977)
<u>Solea</u> <u>senegalensis</u>	162	-	43,00	Senegal	ABOUSSOUAN (1972)
	84	43-46	44,93	Costas del Suroeste de España	CARDENAS (1977)

3.-MUESTREOS

En el estudio de la biología de una determinada especie la principal cuestión a tener en cuenta es la obtención del mayor número posible de datos representativos que puedan ser utilizados posteriormente para definir sus características.

El análisis de las variaciones observadas en los parámetros, durante intervalos regulares de tiempo, nos permitirán reconstruir, con mayor o menor precisión, la evolución de un proceso. El conjunto de informaciones obtenidas según este método estará íntimamente relacionado con muchos otros factores tales como el desarrollo propio de la especie, el medio ambiente y también, en algunos casos, con las técnicas utilizadas en la recolección de datos (BARNABE, 1976).

3.1.-AREA DE MUESTREO

La zona estudiada se corresponde con el sector de la plataforma costera situada en el Mediterráneo occidental y que se extiende desde el paralelo $39^{\circ} 46'$, por debajo de la desembocadura del río Ebro, hasta el $40^{\circ} 15'$, frente a la localidad de Moncófar, y desde el meridiano $0^{\circ} 10'W$ hasta el $0^{\circ} 20'E$. En general cabe mencionar que esta plataforma es la más amplia de todo el Mediterráneo occidental, alcanzando una longitud máxima de 130km y una anchura, en su parte más amplia, de 70km. Se le calcula una extensión aproximada de unos 9.850 km² (MUÑOZ, 1976).

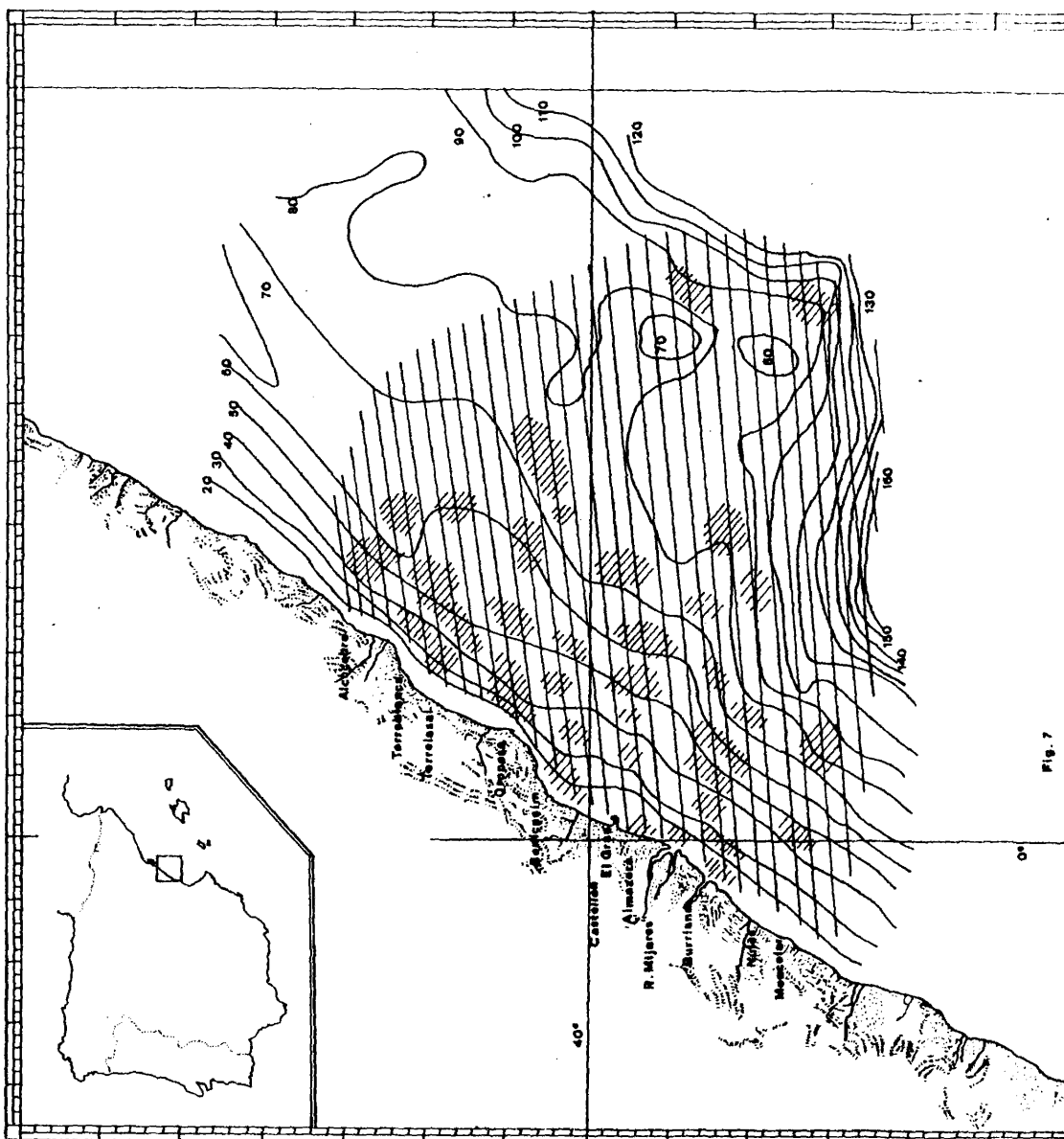
La representación gráfica del área muestreada se encuentra en el mapa de la figura 7, mediante la disposición de un tra

zado de líneas oblicuas. Asimismo, y de manera aproximada, se indican las diferentes curvas de nivel. Estas isobaras nos muestran las diferentes profundidades en que se han tomado los datos y la distribución de los diferentes lotes de individuos pertenecientes a las poblaciones naturales de lenguado que habitan en esta zona. El rayado discontinuo y denso marca la situación y localización de las áreas en las que los muestreos fueron más numerosos y en donde había una mayor cantidad de especímenes. En el mapa de la figura 8 se aprecia que los componentes principales de los sedimentos observados en los fondos marinos del área muestreada están constituidos por las fracciones arena, arcilla y limo. Estos elementos son muy importantes y apropiados para la perfecta adecuación de las poblaciones de lenguado ya que, como es sabido, esta especie habita en fondos de esta naturaleza.

3.2.-ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE MUESTREO

3.2.1.-Condiciones de la pesca

En esta zona de pesca la obtención de ejemplares de lenguado tiene lugar por medio de dos artes principalmente: el trasmallo y el arrastre. El primero consiste en redes fijas que se colocan al atardecer en determinados fondos donde los profesionales de la pesca han obtenido un gran número de capturas en años sucesivos. Sobre todo esto ocurre en los meses de octubre a marzo, siendo poco rentable en los restantes meses del año. En la actualidad este tipo de pesca es practicado por un reducido número de embarcaciones. La recogida de los ejemplares se efectúa en las primeras horas de la mañana.



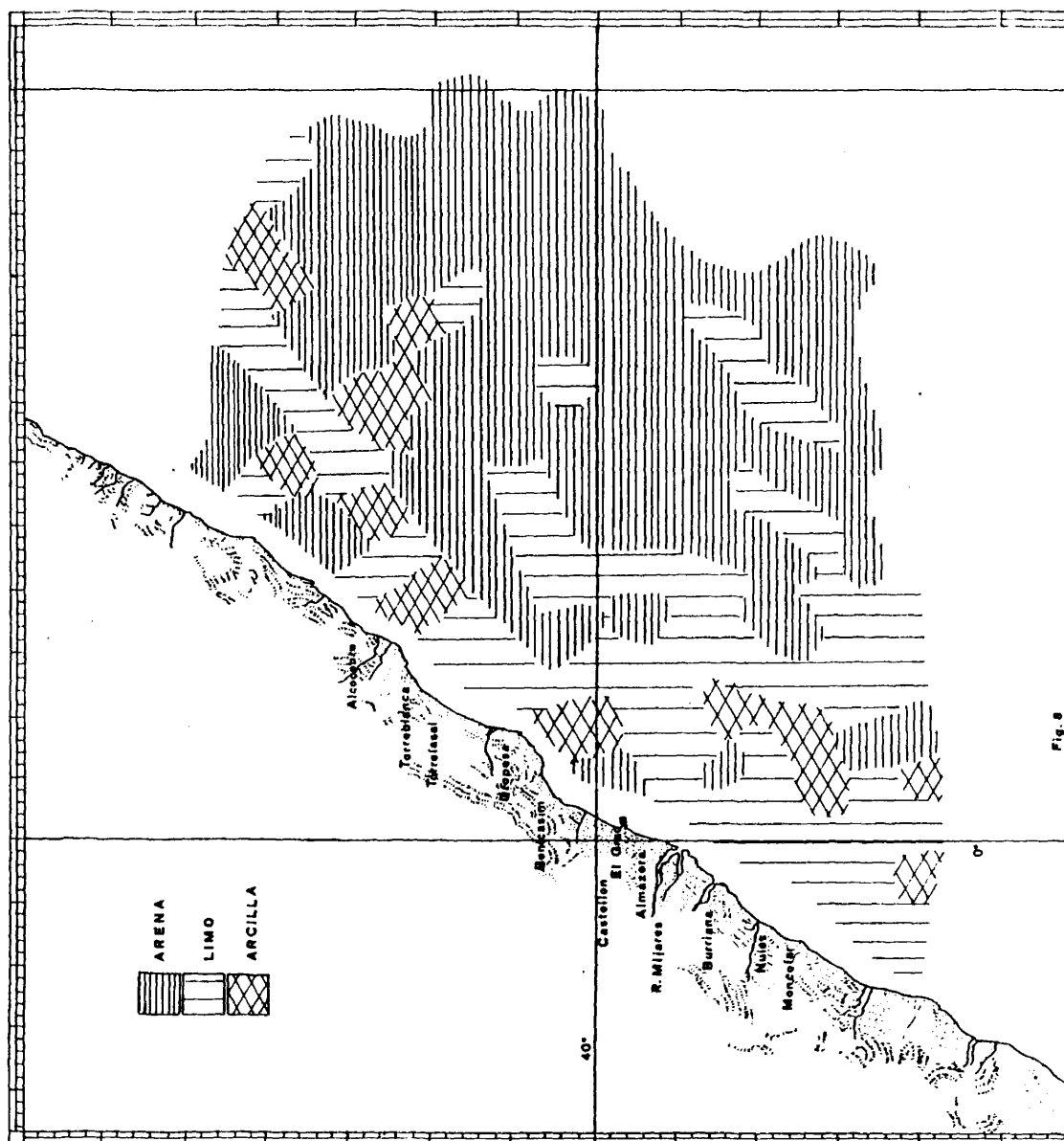


Fig. 8

El arte del arrastre se practica a partir de las primeras horas de la mañana. Las caladas se realizan a lo largo de todo el día hasta la tarde. Por lo general se efectúan dos lances con una duración aproximada de 4-5 horas cada uno. Por este medio se obtienen cantidades variables de lenguados pero, por lo general, el número de capturas es menor que en el trasmallo. Sin embargo, el número de unidades de pesca es mayor y el esfuerzo de pesca es muy variable dependiendo de la estación del año y de las condiciones en que se encuentre el mar. La recogida de datos en este tipo de arte presenta más dificultades que en el trasmallo, ya que no se conoce con exactitud la zona ni la profundidad a que fueron capturados los distintos lotes de especímenes. No obstante es de gran utilidad conocer los sectores en que se efectuaron los arrastres así como su duración, las profundidades en las que se practicaron y la localización de los diversos ejemplares de las respectivas caladas.

3.2.2. -Técnica de muestreo

Las observaciones realizadas en el presente estudio se iniciaron en el año 1976, continuándose durante 1977 y 1978. El número de ejemplares muestreados ha sido de 2.608, siendo en su mayoría amablemente cedidos por los pescadores profesionales de la región que faenaban en los diferentes tipos de embarcaciones de pesca.

La recogida de datos en el transcurso de este período tuvo lugar de 2 a 3 veces por semana, dependiendo del número de ejemplares muestreados en cada una de estas operaciones. Por este método se han tomado las dimensiones relativas a la longitud máxima, peso

y sexo, en la época en que la diferenciación sexual era más patente. Igualmente se han tenido en cuenta las informaciones correspondientes a fecha, lugar de captura, profundidad, zona de arrastre y duración del mismo.

También, una vez por semana se adquiría un lote de ejemplares que posteriormente eran estudiados en el laboratorio. Esta operación se realizaba cuando el número de individuos muestreados en un área determinada alcanzaba un elevado valor, tomándose del conjunto una parte representativa para analizar los diferentes parámetros.

La distribución del conjunto de muestras obtenidas según esta metodología, en relación a los lotes de ejemplares de lenguado, ha sido realizada mediante la agrupación por clases de tallas de 10 en 10 mm, teniendo en cuenta la profundidad y el mes en que fueron capturados. Los datos referidos a las sucesivas categorías se han señalado en las tablas 5 y 6.

En general, el estudio de la población muestreada refleja notables diferencias entre las frecuencias de las tallas inferiores con respecto a las superiores. De igual manera se aprecia la carencia de datos relativos a especímenes de tallas inferiores a 130 mm. Esto puede ser debido a que no forman parte de las capturas comerciales y al hecho de que normalmente se encuentran localizados en zonas litorales donde la captura que se realiza es de tipo selectivo o donde existen áreas de veda en las que no se puede faenar. También se ha observado una mayor abundancia de ejemplares con tallas comprendidas entre 280-340 mm. La longitud máxima apreciada en algunos individuos ha sido de 430 mm.

La representación gráfica de la serie de datos

que reflejan las tablas mencionadas anteriormente está indicada en las figuras 9 y 10, donde se señalan los diferentes tantos por ciento de las frecuencias de tallas del conjunto de especímenes estudiados, con relación a las distintas profundidades y según los meses. En el primer caso se ha puesto claramente de manifiesto que, en fondos de 0-10 m de profundidad, se encuentran presentes los ejemplares de tamaño pequeño. A medida que aumenta la profundidad se observa una mayor abundancia de individuos con tallas comprendidas entre 260-340 mm. Finalmente, en fondos de 80-100 m, la distribución que se aprecia es muy irregular, aunque existe un claro predominio de los ejemplares de mayor tamaño.

En cuanto a la distribución mensual de las diversas tallas del conjunto de muestras estudiadas, se ha observado que en los meses de enero, febrero, marzo, mayo, noviembre y diciembre predominan las tallas comprendidas entre 270-300 mm. En abril, septiembre, octubre hay una mayor variedad entre los individuos muestreados con la aparición de tallas pequeñas y un aumento manifiesto en el número de ejemplares con longitudes medias y grandes. Sin embargo, en los meses correspondientes al verano (junio y julio) las frecuencias más abundantes son las de los especímenes con tallas comprendidas entre 260-400 mm.

TABLA - 5

Muestreos mensuales distribuidos por clases de tallas.

CLASES DE TALLAS (mm)	MESES											
	E	F	M	A	Ma	J	Ju	Ag	S	O	N	D
135										1		
145												
155									1			
165									2			
175									3		1	
185			1	1					4	1		
195				2							3	
205		1	1	3				1	1		2	1
215				7			1	2				1
225		1		6		1	1	5	2	3		3
235		1		4		1		6	2	6	1	3
245		2		3		1	1	10	1	12	2	1
255	1			4	3			15	8	17	1	5
265	2	5	2	6	4	1	2	17	16	32	8	5
275	7	14	4	4	7	1	1	16	16	30	20	12
285	3	17	8	4	19		10	17	16	38	28	9
295	6	26	6	5	13	2	13	17	16	22	17	22
305	4	42	10	9	22	2	14	12	27	46	26	8
315	3	28	6	14	18	5	16	19	35	67	44	8
325	6	48	9	20	12	6	14	37	37	67	54	6
335	4	28	4	25	17	3	24	20	32	64	53	5
345	5	38	5	20	27	4	10	14	38	42	38	5
355	5	11	2	16	24	1	5	13	19	57	34	5
365	5	9	2	14	13	2	2	7	21	29	18	10
375	4	9	1	10	10		2	6	13	19	8	2
385	2	4	4	4	6	2	4	1	2	10	7	1
395	3	5	2	5	4	3	1	2	6	10	8	
405	2	2	2	1	2	1		2	2	3	4	
415	1	2		2	1			2	1	4		
425											1	2
435					1				1		1	1

TABLA - 6

Muestreos realizados por clases de tallas según profundidades.

CLASES DE TALLAS(mm)	PROFUNDIDADES (metros)									
	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
135	1									
145										
155	1									
165	2									
175	3					1				
185	6					1				
195	4	1								
205	5	2		2		1				
215	7	2				2				
225	6	2			4	8		1		
235	2	3	1	4	5	6	3			
245	3	3		6	5	15		1		
255	1	7	5	10	11	17	3			
265	3	12	8	15	24	20	16	2		
275	1	17	6	24	31	36	14	3		
285	1	9	17	33	38	43	21	5	1	1
295		16	15	20	39	42	31	12	3	1
305	1	9	7	54	46	44	48	11	2	
315		12	14	39	68	76	30	18	2	2
325		12	10	61	87	71	55	13	6	1
335		18	12	60	89	43	37	11	9	
345	1	26	7	47	78	37	36	11	2	1
355	1	15	9	44	62	31	14	12	2	2
365	2	13	9	29	39	18	13	8	4	
375	1	9	3	20	29	8	10	3	1	
385		4	2	12	11	6	7	3	2	
395		5	4	13	11	9	4	2	1	
405		4	2	3	3	4	1	4		
415		1		2	3	4	3			
425		1			1			1		
435			2	2						

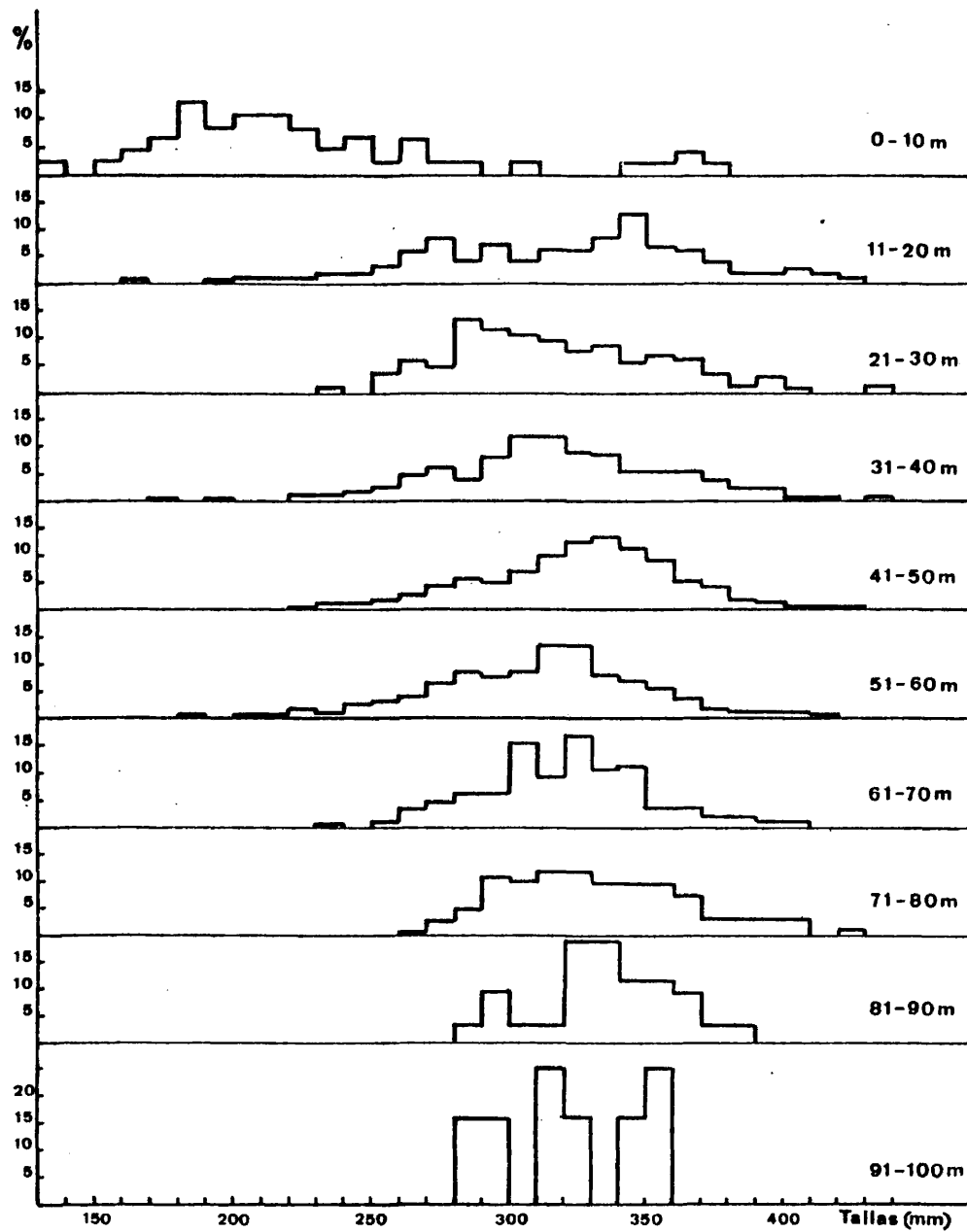


Fig.9.- Porcentaje de las frecuencias de tallas según profundidades.

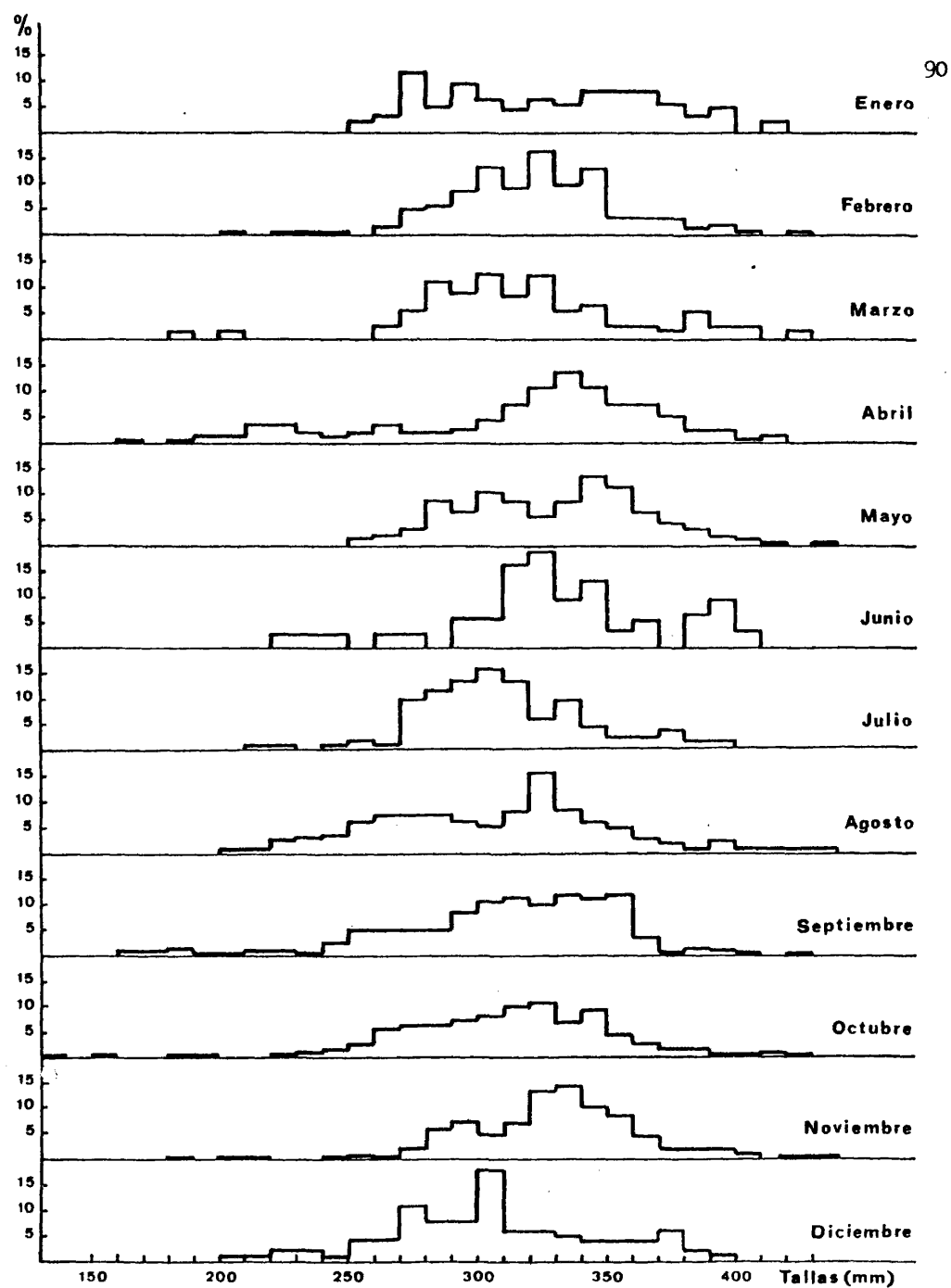


Fig.10. Porcentaje mensual de las frecuencias de tallas muestreadas.

4.-CARACTERES MORFOLOGICOS DEL LENGUADO (S. solea L.) DE LAS COSTAS PROXIMAS A CASTELLON.

La biometría contribuye a distinguir y cuantificar los caracteres morfológicos de las poblaciones que componen el "stock" de una especie. En correlación con otras características, permite determinar posibles diferencias interespecíficas, ya sea dentro de una misma especie, ya sea en subespecies o en grupos raciales.

Los estudios morfológicos, además de analizar las variaciones de ciertos parámetros ligados o no a condiciones ecológicas distintas, ponen de relieve las épocas de cambios fisiológicos profundos durante la vida del individuo. En las especies en que el dimorfismo sexual no está bien caracterizado, los estudios de las proporciones del cuerpo para cada sexo pueden ayudar a su distinción.

En este apartado nos proponemos estudiar aspectos tan importantes como:

- a) la morfología del lenguado (S. solea L.) de las costas próximas a Castellón;
- b) la influencia del sexo en la morfología; y
- c) determinar caracteres más importantes susceptibles de ser utilizados en estudios posteriores.

4.1.-CARACTERES METRICOS

Las dimensiones del cuerpo nos servirán para el cálculo posterior de los índices. Las medidas de los lenguados han si-

do tomadas según el método utilizado por GHIRARDELLI (1959) en S. solea en las costas italianas. Así hemos definido las siguientes mediciones (lámina XXIX):

-Longitud total máxima o talla máxima (Lt) es la distancia desde la punta del hocico hasta el extremo de la aleta caudal.

-Longitud standard o zoológica (Ls) es la distancia desde la punta del hocico hasta el final de la parte carnosa del pedúnculo caudal (zona donde las escamas disminuyen de tamaño).

-Longitud de la cabeza (Lc): distancia desde la punta del hocico hasta el borde del opérculo.

-Longitud de la aleta dorsal (Ld): distancia desde el origen anterior de la aleta hasta la parte posterior de la misma.

-Longitud de la aleta anal (La): distancia desde el origen anterior de la aleta hasta la parte posterior de la misma.

-Longitud de la mandíbula inferior (Lmi): distancia desde la extremidad de la mandíbula misma al borde posterior del opérculo.

-Altura del cuerpo (A) es la distancia vertical desde las bases de las aletas dorsal y anal.

La talla total se ha medido con la ayuda de un ictiómetro, una tabla de madera graduada de 0 a 50 cm sobre la que se apoya el ejemplar.

Las medidas Ls, Lc, Lmi, han sido tomadas con un calibre. Las longitudes de las aletas se han medido utilizando una regla graduada de plexiglás y comparadas sobre la escala existente en el ictiómetro.

Los valores de las diversas distancias han sido tomados al milímetro más próximo.

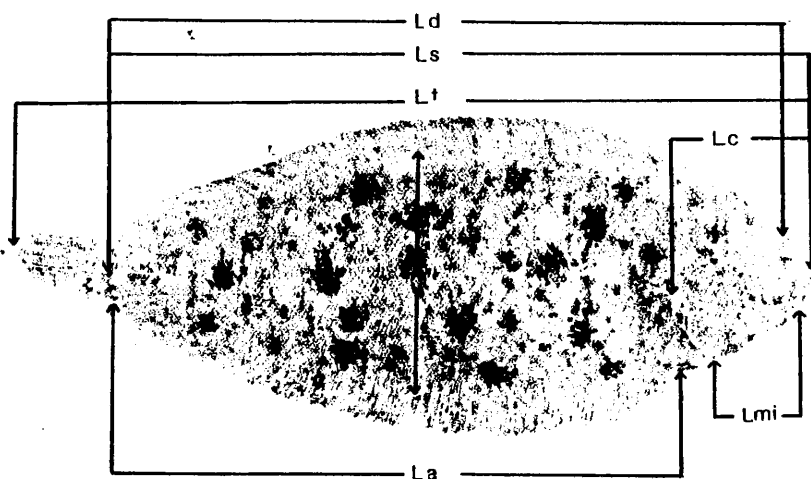


Lámina XXIX.-Principales medidas tomadas en cada ejemplar de lenguado.

Lt = Talla máxima

Ls = Talla standard

Ld = Longitud aleta dorsal

La = Longitud aleta anal

Lc = Longitud de la cabeza

Lmi = Longitud mandíbula inferior

A = Altura del cuerpo.

4.2.-INDICES

Las medidas referentes a la longitud total y a la longitud de la cabeza se han utilizado para definir las proporciones del cuerpo mediante el cálculo de índices. Para ello todos los datos obtenidos se han agrupado por clases de tallas, como puede verse en las tablas 7 y 8. También se ha indicado el número de ejemplares y el sexo de los mismos.

En cada clase se han calculado los valores medios de cada dimensión así como la media de los índices correspondientes a la longitud total o a la longitud de la cabeza. En función de estas medidas, los índices han venido definidos de la siguiente manera:

$$\frac{Ls}{Lt} \cdot 100; \frac{Ld}{Lt} \cdot 100; \frac{Lmi}{Lt} \cdot 100; \frac{A}{Lt} \cdot 100; \frac{Lc}{Lt} \cdot 100; \frac{La}{Lt} \cdot 100; \frac{Lmi}{Lc} \cdot 100$$

4.3.-RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El índice $\frac{Ls}{Lt} \cdot 100$ (Fig. 11) presenta ciertas variaciones con respecto al sexo, pero no son muy uniformes en relación a la longitud total ya que se aprecia una tendencia general a la proporcionalidad.

Los índices determinados utilizando la longitud de la aleta dorsal no presentan dimorfismo sexual, no siendo éste un carácter sistemático claro; además se observa un lento crecimiento de la aleta dorsal con respecto a la talla (Fig. 12).

El índice que relaciona la longitud de la aleta anal con la longitud total (Fig. 13) no tiene variaciones muy significativas. Esto tampoco es apreciable por lo que respecta al sexo.

Los índices $\frac{Lc}{Lt} \cdot 100$ (Fig. 14) y $\frac{Lmi}{Lt} \cdot 100$ (Fig. 15) muestran interesantes diferencias relacionadas con el sexo: la longitud de la cabeza y la longitud de la mandíbula inferior son ligeramente superiores en las hembras. Esta característica se observa sobre todo a partir del momento en que se presenta la primera madurez sexual. El aumento que experimentan la longitud de la cabeza y la de la mandíbula inferior es lento respecto al que se manifiesta en la longitud total de los ejemplares.

El índice que nos define la proporción entre las dimensiones de la altura del cuerpo y su longitud total presenta también un cierto dimorfismo sexual que, al igual que ocurría en los casos mencionados en el apartado anterior, es más acentuado en las tallas que han alcanzado la maduración total de sus gónadas. Estas observaciones van siendo más claras a medida que los especímenes aumentan en longitud (Fig. 17).

La relación entre la longitud de la mandíbula inferior y la cabeza también presenta diferencias dignas de mención con respecto al sexo. De manera general se ve que los datos correspondientes a las hembras son superiores a los que se refieren a los machos. Además se observa un decrecimiento de este índice a medida que aumenta el tamaño de la cabeza (Fig. 16).

En conclusión, se ha observado un dimorfismo sexual más o menos acentuado, de manera que los valores de los índices $\frac{Lc}{Lt} \cdot 100$ y $\frac{Lmi}{Lt} \cdot 100$ son ligeramente más elevados en las hembras que en los machos. El índice determinado para establecer la relación entre la altura del cuerpo y la longitud total es superior en el caso de las hembras, siendo más patente a medida que crece el pez.

En la práctica es muy difícil distinguir los sexos por medio de los caracteres morfológicos, pero se puede hablar de una cierta "tendencia" de las hembras a tener mayor la longitud de la cabeza, de la mandíbula inferior y de la altura del cuerpo.

En cuanto a los índices en los que no se ha observado ninguna relación con el sexo, se aprecia una ralentización del crecimiento de las aletas dorsal y anal con respecto al crecimiento de la longitud total.

TABLA - 7

Valores medios de los caracteres métricos y de los pesos para cada clase de talla.

CLASES DE TALLA (mm)	SEXO	Nº	LONGITUD TOTAL (mm)	LONGITUD STANDARD (mm)	LONGITUD ALETA DORSAL (mm)	LONGITUD ALETA ANAL (mm)
135	H	1	138,00	119,00	119,00	100,00
145	-	-	-	-	-	-
155	M	1	158,00	137,00	138,00	113,00
165	M	1	165,00	140,00	143,00	120,00
	H	1	160,00	136,00	141,00	120,00
175	M	1	173,00	149,00	152,00	125,00
	H	2	174,50	150,50	142,00	134,00
185	M	3	183,33	158,33	160,66	135,33
	H	4	182,50	158,00	157,75	135,25
195	M	2	193,50	168,50	169,50	141,50
	H	2	196,5	168,00	173,50	143,50
205	M	2	205,00	179,00	179,00	146,50
	H	3	102,33	177,50	177,33	145,66
215	M	3	214,50	186,00	188,33	158,33
	H	2	217,00	188,50	191,00	161,00
225	M	3	221,33	195,00	195,66	165,00
	H	4	226,00	201,50	199,50	170,25
235	M	2	232,50	203,00	204,00	172,50
	H	3	235,33	-	209,66	173,00
245	M	6	245,85	211,50	214,40	177,28
	H	5	246,20	220,15	217,00	179,60
255	M	4	254,25	220,00	223,50	187,00
	H	6	254,33	221,00	221,83	184,33
265	M	12	264,00	227,42	229,41	194,08
	H	7	265,71	231,00	232,57	194,57
275	M	11	274,82	235,75	238,09	202,72
	H	12	273,76	234,50	240,20	202,40

TABLA - 7 (CONTINUACION)

CLASES DE TALLAS (mm)	SEXO	Nº	LONGITUD TOTAL (mm)	LONGITUD STANDARD (mm)	LONGITUD ALETA DORSAL (mm)	LONGITUD ALETA ANAL (mm)
285	M	12	283,02	243,00	246,27	205,91
	H	7	284,57	250,00	250,56	208,66
295	M	21	293,85	254,00	254,95	215,78
	H	16	294,18	254,82	258,25	218,66
305	M	16	303,75	259,46	265,43	224,81
	H	12	303,18	267,83	268,50	227,90
315	M	13	314,53	277,33	278,75	236,50
	H	17	313,05	272,71	275,75	229,93
325	M	11	322,45	278,33	281,63	232,54
	H	13	323,92	281,20	283,61	239,46
335	M	11	332,63	289,54	290,36	245,72
	H	13	334,23	289,50	294,61	247,92
345	M	9	342,22	300,00	298,77	254,11
	H	16	344,25	301,43	304,33	259,26
355	M	5	354,40	308,33	312,08	266,20
	H	15	352,66	309,00	309,42	263,64
365	M	5	363,20	317,20	316,80	268,40
	H	11	361,81	321,00	319,63	273,09
375	M	1	370,00	325,00	325,00	280,00
	H	11	373,27	327,80	331,00	283,43
385	H	8	382,62	328,87	334,62	286,66
395	H	7	390,71	353,50	344,50	302,66
405	H	2	402,50	358,00	354,00	294,00
415	H	2	413,50	360,00	365,00	305,00
425	H	1	420,00	375,00	375,00	310,00

TABLA - 7 (CONTINUACION)

CLASES DE TALLA (mm)	SEXO	Nº	LONGITUD CABEZA (mm)	LONGITUD MANDIBULA INFERIOR (mm)	ALTURA DEL CUERPO (mm)	PESO TOTAL (g)	PESO DESVISCERADO (g)
135	H	1	21,00	19,00	35,00	15,00	14,51
145	-	-	-	-	-	-	-
155	M	1	22,00	18,00	39,00	24,00	24,00
165	M	1	23,00	18,00	41,00	35,00	33,45
	H	1	21,00	16,00	41,00	30,00	28,86
175	M	1	24,00	18,00	46,00	35,00	34,36
	H	2	25,50	19,00	45,50	40,00	27,60
185	M	3	27,76	20,00	52,33	46,33	44,55
	H	4	26,55	21,75	50,00	45,00	43,02
195	M	2	27,50	22,00	52,50	52,50	50,32
	H	2	31,00	22,50	52,50	55,50	48,59
205	M	2	30,00	23,00	52,50	59,00	56,58
	H	3	31,33	22,50	57,00	62,66	60,24
215	M	3	32,00	32,50	58,60	73,66	70,74
	H	2	34,00	22,50	62,00	77,00	73,42
225	M	3	33,00	23,00	60,00	81,33	78,52
	H	4	33,50	24,75	60,00	82,75	79,71
235	M	2	35,00	24,00	62,50	85,50	84,07
	H	3	34,66	-	66,66	99,00	94,22
245	M	6	37,57	33,50	66,60	104,71	101,09
	H	5	35,40	27,50	66,80	109,60	106,99
255	M	4	38,50	27,00	68,25	120,00	115,27
	H	6	37,33	28,00	68,16	132,50	126,84
265	M	12	39,83	28,42	74,02	142,33	138,18
	H	7	39,85	28,50	72,28	138,71	135,03
275	M	11	41,72	29,00	72,00	159,09	153,18
	H	12	41,00	30,00	77,00	157,25	151,20

TABLA - 7 (CONTINUACION)

CLASES DE TALLA (mm)	SEXO	Nº	LONGITUD CABEZA (mm)	LONGITUD MANDIBULA INFERIOR (mm)	ALTURA DEL CUERPO (mm)	PESO TOTAL (g)	PESO DESVISGERADO (g)
285	M	12	43,80	26,27	79,27	175,00	167,95
	H	7	45,66	-	78,50	188,00	180,87
295	M	21	44,00	28,12	78,93	194,45	189,26
	H	16	45,06	29,88	84,06	194,25	185,91
305	M	16	45,37	30,00	84,17	215,43	194,31
	H	12	45,50	33,25	88,40	227,08	226,18
315	M	13	48,58	27,79	88,63	247,58	239,12
	H	17	50,06	34,86	88,93	250,52	238,56
325	M	11	48,59	33,18	87,91	262,27	253,77
	H	13	50,13	33,30	92,84	273,07	253,53
335	M	11	50,27	33,72	92,36	291,36	282,78
	H	13	51,46	37,15	97,92	316,23	301,73
345	M	9	53,22	35,55	92,89	297,55	244,12
	H	16	54,50	38,66	101,53	365,75	350,70
355	M	5	53,80	37,33	100,20	345,20	333,36
	H	15	54,93	36,37	105,71	399,26	366,80
365	M	5	57,80	39,60	104,80	379,40	369,34
	H	11	56,45	37,33	105,45	408,45	390,71
375	M	1	59,00	40,00	107,00	425,00	213,76
	H	11	57,36	38,28	109,09	434,45	409,58
385	H	8	60,25	40,00	114,00	486,12	466,10
395	H	7	61,00	33,33	113,83	530,28	508,91
405	H	2	66,00	42,00	130,00	572,50	547,01
415	H	2	71,00	45,00	126,00	585,00	555,15
425	H	1	72,00	46,00	116,00	568,00	519,25

TABLA - 8

Indices medios por clases de talla y por sexos.

CLASES DE TALLAS (mm)	SEXO	Nº	$\frac{Ls}{Lt} \cdot 100$	$\frac{Ld}{Lt} \cdot 100$	$\frac{La}{Lt} \cdot 100$	$\frac{Lc}{Lt} \cdot 100$	$\frac{Lmi}{Lc} \cdot 100$	$\frac{Lmi}{Lt} \cdot 100$	$\frac{A}{Lt} \cdot 100$
135	H	1	86,23	86,23	72,46	15,21	90,47	13,76	25,36
145	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155	M	1	86,70	87,34	71,51	13,92	81,81	11,39	24,68
165	M	1	84,84	86,66	72,72	13,93	78,26	10,90	24,84
	H	1	85,00	88,12	75,00	13,25	76,19	10,00	25,62
175	M	1	86,12	87,86	72,25	13,87	75,00	10,40	26,58
	H	2	86,24	81,34	76,79	14,61	74,50	10,88	26,07
185	M	3	86,36	87,63	73,81	15,08	72,30	10,90	28,54
	H	4	86,57	86,43	74,10	14,67	81,92	10,65	27,39
195	M	2	87,08	87,59	73,12	14,21	80,00	11,36	27,13
	H	2	85,49	88,29	73,02	15,77	72,58	11,45	26,71
205	M	2	87,31	87,31	71,46	14,63	76,66	11,21	25,60
	H	3	87,72	87,64	71,99	15,48	71,81	11,12	28,17
215	M	3	86,71	87,79	73,81	14,91	70,31	10,48	27,31
	H	2	86,86	88,01	74,19	15,66	93,75	10,36	26,54
225	M	3	88,10	88,40	74,54	14,90	69,69	10,39	27,10
	H	4	89,15	88,27	75,33	14,82	73,88	10,95	23,54
235	M	2	87,31	87,74	74,19	15,05	68,54	10,32	26,88
	H	3	-	89,09	73,57	14,72	-	-	28,32
245	M	7	86,02	87,10	72,10	15,28	89,16	13,52	26,84
	H	5	89,41	88,13	72,94	14,37	77,68	11,16	27,13
255	M	4	86,52	87,90	73,54	15,14	70,12	10,61	26,84
	H	6	-	87,22	72,47	14,67	-	-	26,79
265	M	12	86,14	86,89	73,51	15,08	71,35	10,76	28,06
	H	7	86,93	87,52	73,22	14,99	71,51	10,72	27,20
275	M	11	85,78	86,63	73,76	15,18	69,51	10,55	26,19
	H	12	85,69	87,77	73,96	14,98	73,31	10,96	28,13

TABLA - 8 (CONTINUACION)

CLASES DE TALLAS (mm)	SEXO	Nº	$\frac{Ls}{Lt} \cdot 100$	$\frac{Ld}{Lt} \cdot 100$	$\frac{La}{Lt} \cdot 100$	$\frac{Lc}{Lt} \cdot 100$	$\frac{Lmi}{Lo} \cdot 100$	$\frac{Lmi}{Lt} \cdot 100$	$\frac{A}{Lt} \cdot 100$
285	M	12	85,84	86,99	72,73	15,36	59,97	9,28	28,00
	H	7	-	88,08	73,32	16,04	-	-	27,58
295	M	21	86,43	86,76	73,41	14,97	63,90	9,56	26,87
	H	16	86,62	87,78	74,32	15,32	66,31	10,15	28,57
305	M	16	85,41	87,38	74,01	14,93	66,12	9,87	27,71
	H	12	88,34	88,56	75,16	15,00	73,07	10,96	29,15
315	M	13	88,17	88,62	75,19	15,44	57,20	8,83	28,17
	H	17	87,11	88,08	73,44	15,99	69,63	11,13	28,40
325	M	11	86,31	87,34	72,11	15,06	68,28	10,28	27,26
	H	13	86,81	87,55	73,92	15,48	66,38	10,28	28,66
335	M	11	87,05	87,29	73,87	15,11	67,00	10,13	27,76
	H	13	86,61	88,14	74,14	15,39	72,19	11,11	29,29
345	M	9	87,66	87,30	74,26	15,55	66,79	10,38	27,14
	H	16	87,56	88,40	75,31	15,83	70,93	11,23	29,49
355	M	5	87,00	88,26	75,11	15,18	69,38	10,53	28,27
	H	15	87,61	87,73	74,75	15,57	66,21	10,31	29,97
365	M	5	87,33	87,22	73,89	15,91	68,51	10,90	28,85
	H	11	88,72	88,34	75,47	15,60	66,12	10,31	29,14
375	M	1	87,83	87,83	75,67	15,94	67,79	10,81	28,91
	H	11	87,81	88,67	75,93	15,36	66,63	10,25	29,22
385	H	8	85,95	87,45	74,94	15,74	66,41	10,45	29,79
395	H	7	90,45	88,17	77,40	15,61	54,63	8,53	29,13
405	H	2	88,94	87,95	73,04	13,39	63,73	10,43	30,29
415	H	2	87,06	88,27	73,76	14,75	73,77	10,88	30,47
425	H	1	89,28	89,28	73,80	17,14	63,88	10,95	27,61

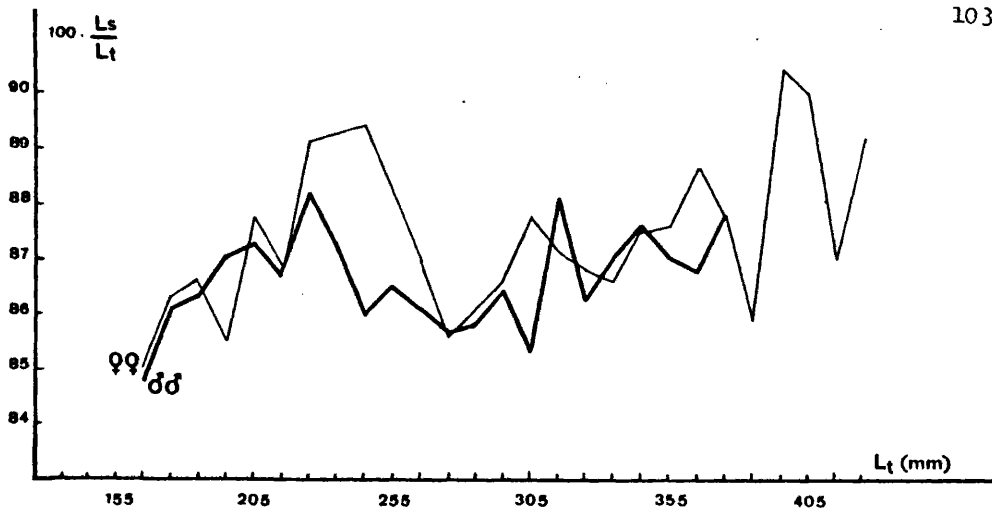


Fig.11-Evolución del índice $100 \cdot \frac{L_s}{L_t}$ en función de la talla.

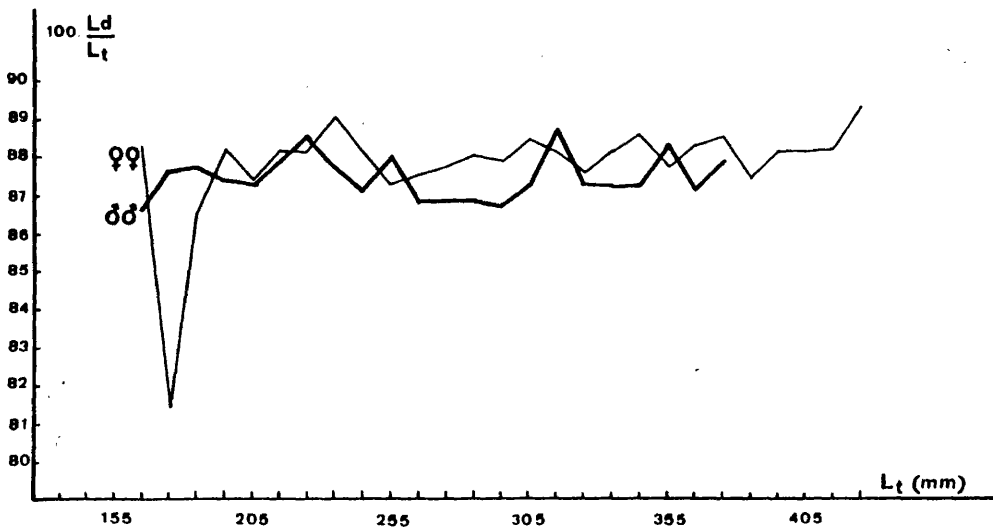


Fig.12-Variaciones del índice $100 \cdot \frac{L_d}{L_t}$ con respecto a la talla.

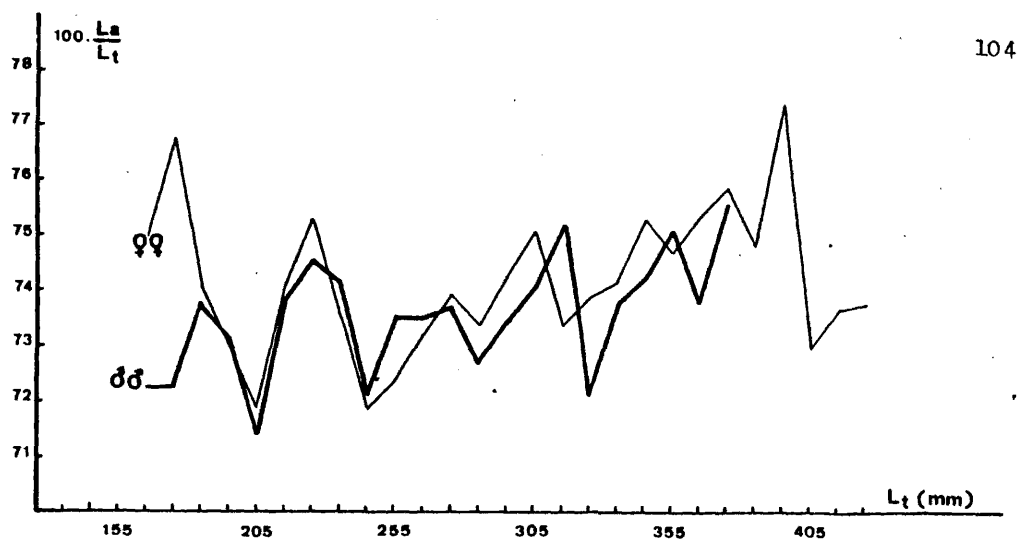


Fig.13 - Variaciones del índice $100 \cdot \frac{L_a}{L_t}$ según la talla.

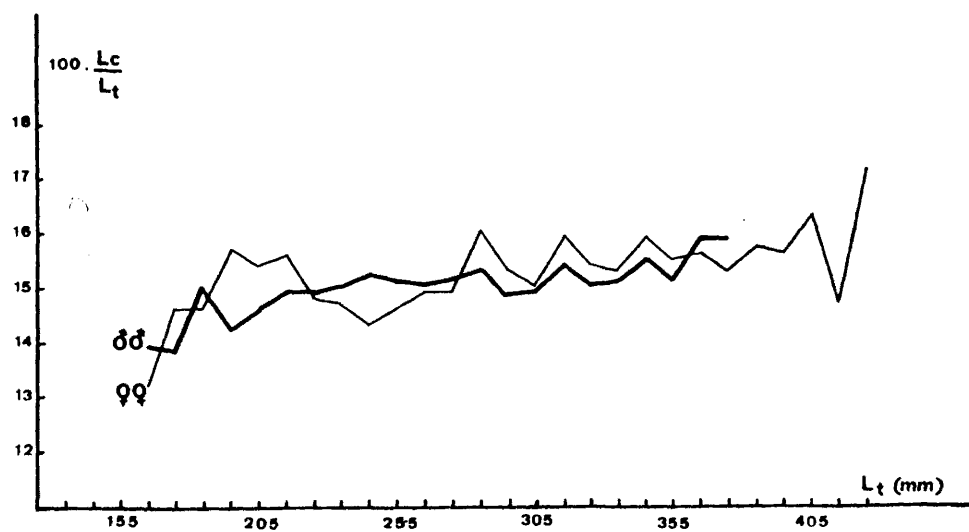


Fig.14 - Variaciones del índice $100 \cdot \frac{L_c}{L_t}$ según la talla.

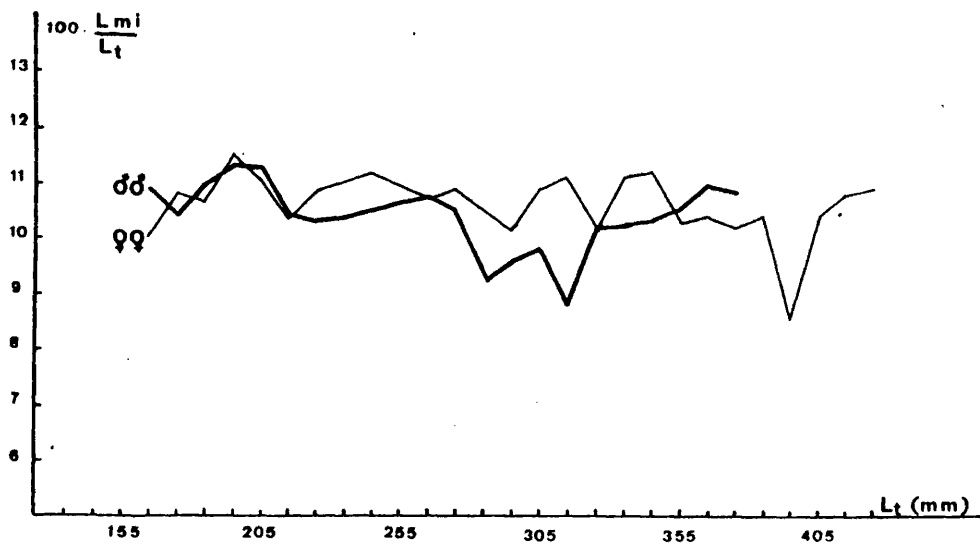


Fig.15- Variaciones del índice $100 \cdot \frac{L_{mi}}{L_t}$ en función de la talla.

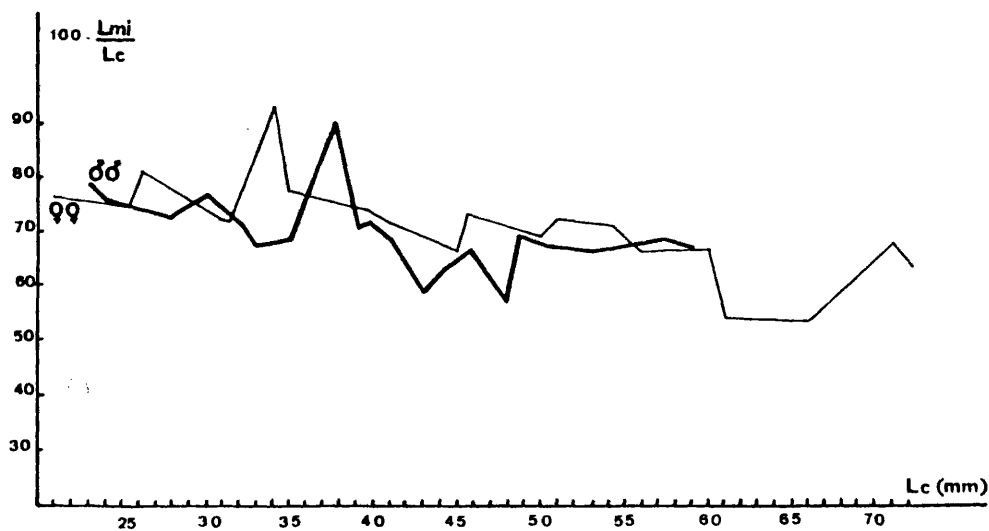


Fig.16- Variaciones del índice $100 \cdot \frac{L_{mi}}{L_c}$ según la talla de la cabeza.

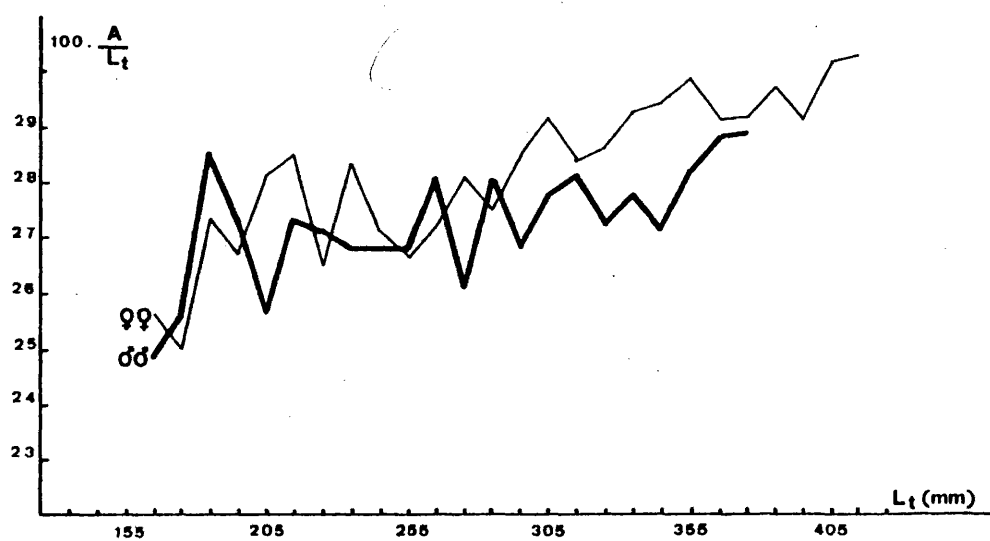


Fig.17 - Variaciones del índice $100 \cdot \frac{A}{L_t}$ según la talla.

5.-REGIMEN ALIMENTARIO

En este capítulo se estudia la dieta alimentaria del lenguado (S. soles L.) en su habitat natural así como su comportamiento con respecto a la alimentación. El propósito de este trabajo ha sido poder analizar el tipo de alimento con el fin de contribuir a un mayor conocimiento de las necesidades nutricionales de esta especie.

Los estudios sobre la alimentación del lenguado (S. soles L.) son numerosos en las costas atlánticas (BRABER y DE GROOT , 1973a), pero no existen datos en el Mediterráneo.

5.1.-MATERIAL Y METODOS

Los especímenes utilizados en este estudio han sido capturados en las costas del Mediterráneo occidental próximas a Castellón. El número total de ejemplares examinados es de 365 y el período abarcado va desde 1976 a 1978.

Los estómagos eran guardados individualmente, conservándolos en alcohol de 70° o en formol al 5 %, señalándose la longitud, el peso y el sexo del pez diseccionado. En algunas ocasiones, el análisis del contenido estomacal se realizaba en las horas siguientes a su captura. Para conocer los componentes de la dieta alimentaria del lenguado se procedía a una incisión longitudinal del estómago, vertiéndose el contenido extraído en una placa de Petri; a continuación se separaban los diferentes tipos de presas con la ayuda de una lupa binocular y se identificaban, en lo posible, sus diversos grupos taxonómi-

cos. En los casos de digestión avanzada se estimaban los componentes por partes duras, tales como conchas de moluscos o cefalotórax de crustáceos. Estos análisis nos han permitido conocer el número de estómagos vacíos, el inventario de las presas y el número de individuos de cada grupo de presas.

Para la expresión de los resultados se han utilizado los índices y coeficientes usuales en este tipo de trabajos (ARNAUD y HUREAU, 1966; HUREAU, 1970; LABOURG y STEQUERT, 1973; BARNABE, 1976; MacPHERSON, 1978).

La escala de repleción estomacal empleada consta de cuatro estadios: I, estómago vacío; II, estómago casi vacío o escaso; III, estómago semilleno o abundante; y IV, estómago lleno o muy abundante.

El índice de vacuidad (V) viene definido como el porcentaje de estómagos vacíos respecto al total de estómagos examinados (N).

$$V = \frac{Ev \cdot 100}{N}$$

El índice de abundancia o frecuencia de una presa (f) es el porcentaje de una especie de presa (n) respecto del total de estómagos que contienen alimento (Er)

$$f = \frac{n \cdot 100}{Er}$$

La composición de la nutrición (Cn) es el porcentaje del número de individuos de una presa determinada (p) con respecto al número total de presas diversas

$$Cn = \frac{p \cdot 100}{Np}$$

El número medio de presas por estómago (Nm) es el

número total de presas ingeridas (N_p) respecto al número total de estómagos llenos (E_r).

Los contenidos estomacales no identificados no se han tenido en cuenta para el cálculo de estos índices.

5.2.-RESULTADOS Y DISCUSION

5.2.1.-El índice de vacuidad

El análisis de los 365 estómagos examinados ha permitido constatar que 313 estaban vacíos, lo que supone un porcentaje del 85 % respecto del total y un índice de vacuidad medio (V_m) igual a 85,41 (Tabla 9). Estos elevados valores tal vez sean debidos a que el lenguado presenta una alta tasa de digestibilidad, hecho apreciado por DE GROOT (1971a) cuando observó que el alimento tardaba unas 24 horas en llegar al recto, cuando la temperatura del agua era de 10°C.

En la figura 18 se pueden apreciar las diferencias mensuales del índice de vacuidad que varían de unos meses a otros, lo que demuestra que los ejemplares de lenguado no se alimentan constantemente. La disparidad que existe en un mismo mes durante el transcurso de los sucesivos años nos hace pensar en un ritmo de naturaleza en dógena.

En el período en que tiene lugar la puesta el índice de vacuidad aumenta progresivamente. Este hecho se relaciona con un descenso de la temperatura en el hábitat natural, lo que motiva una ralentización en la alimentación. Por el contrario, se ha observado un incremento en el régimen alimentario después de transcurrido dicho pe

TABLA - 9

Evolución mensual de los contenidos estomacales y variación del índice de vacuidad.

MESES	NUMERO	CONTENIDO ESTOMACAL				COEFICIENTE DE VACUIDAD
		I	II	III	IV	
ENERO	36	34	1		1	94,44
FEBRERO	43	39	2	2		90,69
MARZO	34	31	1	1	1	91,17
ABRIL	33	23		7	3	69,69
MAYO	23	19			4	82,60
JUNIO	22	15		3	4	68,18
JULIO	23	20		3		86,95
AGOSTO	20	17	2	1		85,00
SEPTIEMBRE	44	36	4	2	2	81,81
OCTUBRE	23	22		1		95,65
NOVIEMBRE	35	30		1	4	85,71
DICIEMBRE	29	27	1	1		93,10
TOTAL	365	313	11	22	19	

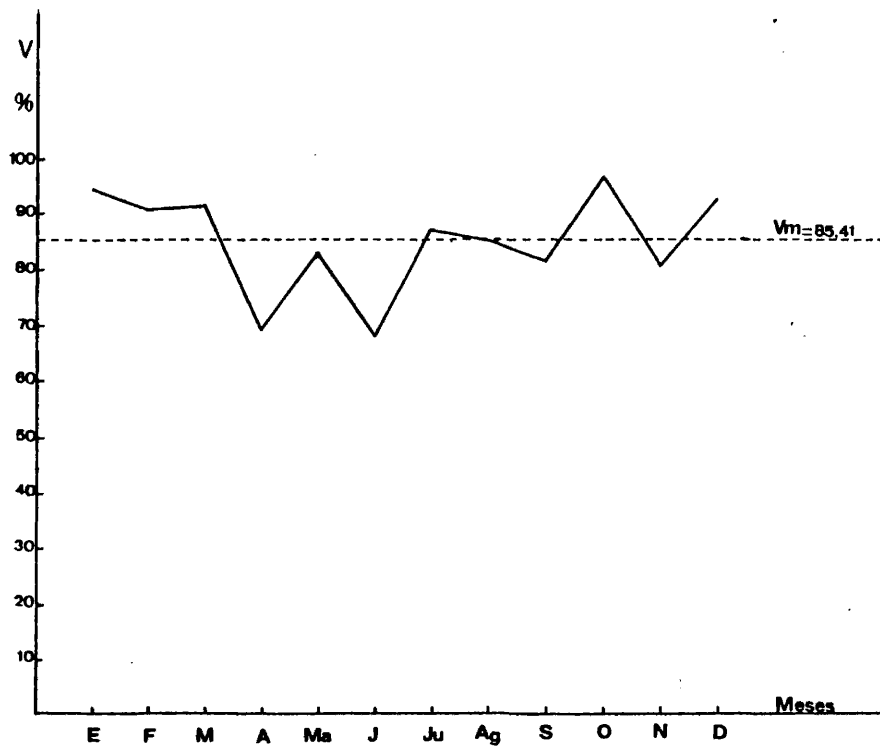


Fig.18... Evolución mensual del índice de vacuidad



BIBLIOTECA

ríodo, de manera que el índice de vacuidad pasa de ser de 91,17 en el mes de marzo a 69,69 en el mes de abril. Esto también se ha apreciado en algunas especies de Teleósteos cuyo ciclo biológico es similar al del lenguado (PITT, 1973).

5.2.2.-Composición del régimen alimentario

En la Tabla 10 se muestran los resultados cualitativos y cuantitativos de los análisis estomacales. La dieta del lenguado de las costas próximas a Castellón está constituida principalmente por Anélidos ($f = 67,34$) y crustáceos ($f = 42,35$) como presas predilectas, según la nomenclatura de LABOURG y STEQUERT (1973); a continuación, pero de manera secundaria, están los moluscos ($f = 21,19$). Estos datos se corresponden con los observados en las poblaciones de lenguados del mar del Norte (BRABER y DE GROOT, 1973a y b; RAE, 1970).

Desde el punto de vista de las especies más consumidas, el poliqueto Sternaspis sp es el que alcanza mayor valor ($f = 15,38$), seguido del crustáceo Goneoplax rhomboides ($f = 7,69$), del molusco Turritella sp ($f = 5,76$) y del pez Callionymus maculatus ($f = 5,76$), como especies más representativas de la dieta. A partir de estos resultados se puede deducir que el lenguado del Mediterráneo posee una dieta basada principalmente en invertebrados bentónicos, hecho también observado en otras especies de Pleuronéctidos (BREUNBALLE, 1961; LAGARDERE, 1975; PITT, 1973).

La presencia de fango y de material indigestible es frecuente en el contenido estomacal de los lenguados. Esto es debido a que el lenguado, al ingerir las presas, toma también parte del fan

TABLA - 10

Composición cualitativa y cuantitativa del régimen alimentario del lenguado.

	p	n	f	C _n
ANTOZOOS				
Alcionarios	24	5	9,61	11,40
ANELIDOS				
Poliquetos	21	8	15,88	10,44
Sternaspidae				
<u>Sternaspis sp</u>	16	8	15,38	7,96
Serpúlidos	3	1	1,92	1,49
Nereidos				
<u>Nereis sp</u>	8	4	7,69	3,98
Oligoquetos	2	2	3,84	0,99
MOLUSCOS				
La melibranchios	4	2	3,84	1,99
Cardidae				
<u>C. echinatum</u>	1	1	1,92	0,49
<u>C. edule</u>	1	1	1,92	0,49
Donacidae				
<u>Donax sp</u>	1	1	1,92	0,49
Pectinadae				
<u>Pecten sp</u>	1	1	1,92	0,49
<u>Chlamys sp</u>	1	1	1,92	0,49
Veneridae				
<u>Tapes sp</u>	5	2	3,84	2,48
Gasterópodos				
Turritélidos				
<u>Turritella sp</u>	7	3	5,76	3,48
Patellidae				
<u>Patella sp</u>	1	1	1,92	0,49

TABLA - 10 (Continuación)

	p	n	f	Cn
CRUSTACEOS				
Anfipodos	2	2	3,84	0,99
Isópodos				
Tanaidacea				
<u>Leptochelia sp</u>	1	1	1,92	0,49
Decápodos				
Natantia	19	10	19,22	9,43
Reptalia				
Brachyura				
<u>Goneplax rhomboides</u>	4	4	7,69	1,99
EQUINODERMOS				
Ofiuroides	5	4	7,69	2,48
<u>Amphipholis squamata</u>	2	2	3,84	0,99
Holoturoideos	5	2	3,84	0,99
UROCORDADOS				
Ascidíaceos	1	1	1,92	0,49
PECES				
Teleósteos				
Callionymidae				
<u>Callionymus maculatus</u>	3	3	5,76	1,49
ELEMENTOS INDETERMINADOS	28	20	38,46	13,93
VEGETACION	11	4	7,69	5,47
LODO Y FANGO	-	27	51,92	-

N_m : número de presas por estómago = 3,86 presas/estómago.

go en el que se encuentran enterradas.

5.2.3.-Variaciones mensuales del régimen alimentario y con respecto a la talla

El conjunto de especímenes examinados ha sido distribuido en cinco clases de tallas (Tabla 11) para poder estudiar la dieta alimentaria en función de la longitud.

La expresión gráfica de los resultados está representada en la Figura 19. Se ha observado que los ejemplares de tallas pequeñas (130-200 mm) se alimentan preferentemente de Anélidos (Poliquetos, Oligoquetos). Estos datos son bastante similares a los encontrados por BRABER y DE GROOT (1973a). A partir de este momento se aprecia una tendencia general a ingerir presas más voluminosas, a medida que crece el depredador, así como la aparición en la dieta alimentaria de numerosas especies pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos, como crustáceos, moluscos, equinodermos, etc..

Las variaciones mensuales cuantitativas y cualitativas del régimen alimentario, en relación con las diferentes presas encontradas en los contenidos estomacales, se pueden observar en las Tabla 12 y en la figura 20. Los Anélidos están presentes en la dieta a lo largo de todo el año, siendo más frecuentes en la primavera y decreciendo durante la época de maduración y puesta del lenguado. Los crustáceos muestran unos valores máximos en primavera y verano y en el inicio del otoño, aunque existen meses en que no aparecen en el régimen alimentario. Los otros componentes de la alimentación se distribuyen de manera aleatoria y no permiten establecer diferencias claras en el

TABLA - 11

Variaciones del régimen alimentario en función de la talla.

	CLASES DE TALLAS					nº de presas
	130-200	201-250	251-300	301-350	351-420	
ANTOZOOS						
Alcionarios		2	20	2		24
ANELIDOS	9	2	3	7	2	23
Poliquetos		2	9	10		21
Sternaspidae						
<u>Sternaspis sp</u>		1	3	11	1	16
Serpúlidos			3			3
Nereidos						
<u>Nereis sp</u>		5		3		8
Oligoquetos	1			1		2
MOLUSCOS						
Lamelibranchios			4			4
Cardidae						
<u>C. echinatum</u>					1	1
<u>C. edule</u>				1		1
Donacidae						
<u>Donax sp</u>		1				1
Pectinadae						
<u>Pecten sp</u>					1	1
<u>Chlamys sp</u>				1		1
Veneridae						
<u>Tapes sp</u>			5			5
Gasterópodos						
Turritélidos						
<u>Turritella sp</u>		1	2	4		7
Patellidae						
<u>Patella sp</u>			1			1

TABLA - 11 (Continuación)

	CLASES DE TALLAS (mm)					nº de presas
	130-200	201-250	251-300	301-350	351-420	
CRUSTACEOS						
Anfipodos			1	1		2
Isópodos						
Tanaidacea						
<u>Leptochelia sp</u>			1			1
Decápodos						
Natantia		2	2	13	2	19
Reptalia						
Brachyura						
<u>Goneplax rhomboides</u>		1	1	2		4
EQUINODERMOS						
Ofiuroideos			2	2	1	5
<u>Amphipholis squamata</u>			1	1		2
Holoturoideos			2	3		5
PECES						
Teleósteos						
Callionymidae						
<u>Callionymus maculatus</u>			1	1	1	3
ELEMENTOS						
INDETERMINADOS	7		4	13	4	21
VEGETACION				8	3	11
Nº DE PRESAS	10	17	66	84	16	193
Nº DE PECES	4	7	16	20	4	

TABLA - 12

Variaciones mensuales del régimen alimentario en relación con los diferentes tipos de presa.

MESES	ANELIDOS	CRUSTA- CEOS	MOLUSCOS	EQUINO- DERMOS	PECES	ANTOZOOS	UROCOR- DADOS
ENERO	3,85	1,93					
FEBRERO	5,77	1,93	1,93		1,93	1,93	
MARZO	3,87					1,93	
ABRIL	17,30	9,62	1,93				
MAYO	3,85			1,93		1,93	
JUNIO	11,54	9,62	7,70	5,77	1,93		
JULIO		3,85		1,93			1,93
AGOSTO	3,85	3,85	3,85				
SEPTIEMBRE	7,70	3,85	1,93	1,93			
OCTUBRE	1,93						
NOVIEMBRE	5,77	5,77	3,85	3,85	1,93		
DICIEMBRE	1,93	1,93					
TOTAL	67,34	42,35	21,19	15,41	5,79	5,79	1,93

transcurso de los meses, con excepción de los Equinodermos que parecen ser más abundantes durante el verano.

Fig.19.-Variaciones del régimen alimentario en función de la talla (cada sector es proporcional a la frecuencia f de los diferentes tipos de presa).

- A Peces de tallas comprendidas entre 130-200 mm.
- B Peces de tallas comprendidas entre 201-250 mm.
- C Peces de tallas comprendidas entre 251-300 mm.
- D Peces de tallas comprendidas entre 301-350 mm.
- E Peces de tallas comprendidas entre 351-420 mm.
- F Total de la población.

- 1 Urocordados
- 2 Peces
- 3 Antozoos
- 4 Equinodermos
- 5 Moluscos
- 6 Crustáceos
- 7 Anélidos
- 8 Fango
- 9 Elementos indeterminados
- 10 Vegetación.

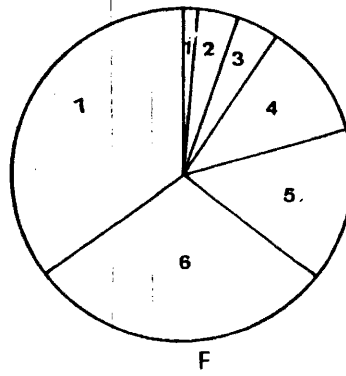
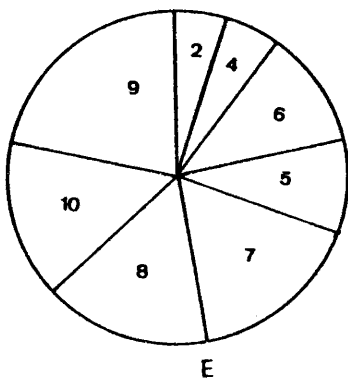
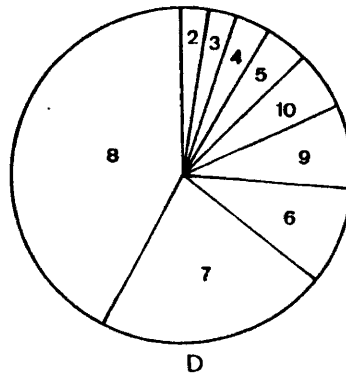
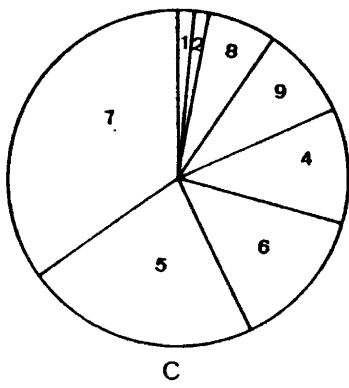
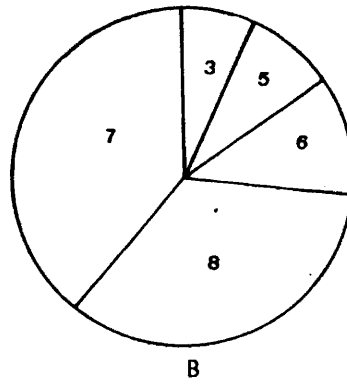
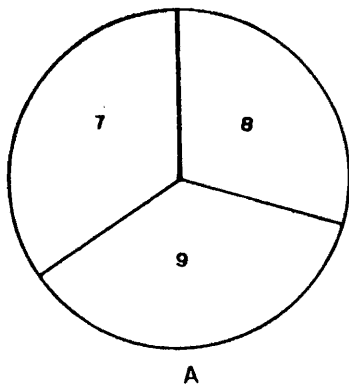


Fig.19

5.3.-COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO

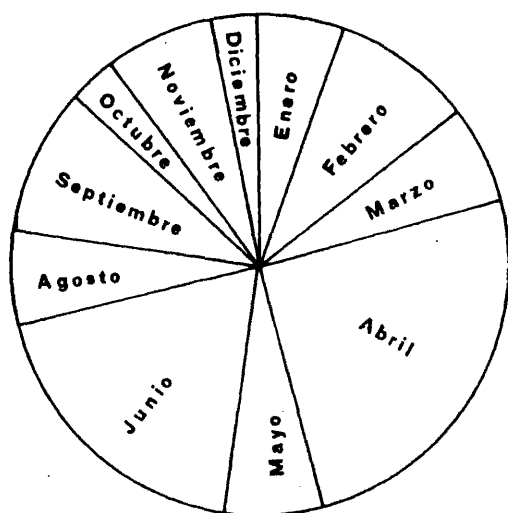
El aparato digestivo de los Soleidos está constituido por un pequeño esófago, estómago y un largo intestino; éste último es más complicado que el que aparece en algunos Pleuronéctidos. No se ha observado la presencia de apéndice pilóricos (DE GROOT, 1971a).

De acuerdo con las diversas observaciones realizadas en los acuarios, se pueden constatar, de manera esquematizada, las siguientes pautas de comportamiento alimentario en los lenguados mantenidos en cautividad:

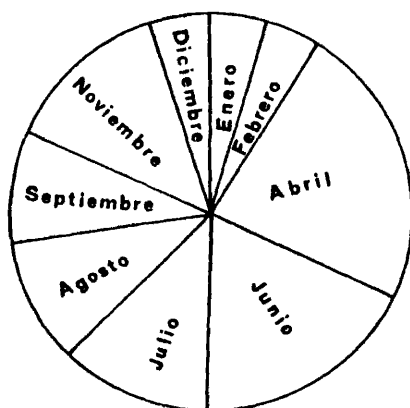
1.-La alimentación se inicia al atardecer y continúa hasta las primeras horas del día, como lo demuestran los estudios efectuados por diversos investigadores sobre lenguados capturados en su hábitat natural, o los muestreos efectuados durante las 24 horas del día para analizar el estado de repleción de los lotes de estómagos, (STEVEN, 1930; DE GROOT, 1971a). Los valores máximos han correspondido a las muestras que habían sido tomadas entre las 21 y las 2 horas. A partir de las 4,30 horas la cantidad de comida presente en los estómagos examinados ha ido decreciendo.

2.-En la observación de los períodos de actividad alimentaria del lenguado, se ha puesto de manifiesto el continuo movi-

Fig. 20.-Variaciones mensuales del régimen alimentario en relación con los diferentes tipos de presas (el tamaño del sector y de los círculos es proporcional al valor del índice de abundancia).



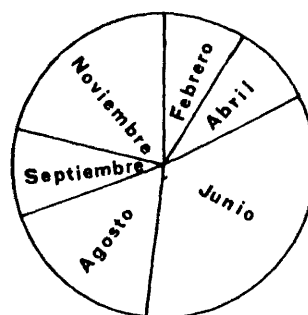
ANELIDOS



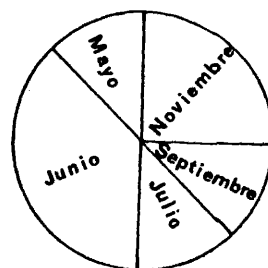
CRUSTACEOS



UROCORDADOS



MOLUSCOS



EQUINODERMOS



ANTOZOOS



PECES

Fig. 20

miento que realiza este soleido, nadando pequeñas distancias y permaneciendo inactivo sobre el fondo del acuario en determinadas ocasiones. Para la localización del alimento el lenguado efectúa un reconocimiento de su entorno; una vez que ha detectado la presa se sitúa cerca de ella, golpeando con la cabeza hacia donde está la comida y colocando la boca verticalmente a la misma. En esta operación se ayuda con movimientos continuos de sus aletas dorsal y anal.

Diversos autores han considerado que esta especie localiza el alimento por medio del olfato. Prueba de ello es el hecho de que tenga extraordinariamente desarrollado el epitelio olfativo, como se puede apreciar en la figura 21 donde se muestran diferentes cortes de la cabeza del lenguado y la disposición del sentido olfativo en esta especie. EVANS (1937), BATESON (1890) y DE GROOT (1969) establecen tres tipos diferentes dentro del orden de los Pleuronectiformes, atendiendo a la importancia del olfato en la localización del alimento:

a) Tipo lenguado (Soleidae), constituido por aquellas especies en las cuales la captación de la comida se realiza por vía olfativa. Los lóbulos olfativos están muy desarrollados.

b) Tipo platija (Pleuronectidae): son aquellos en cuya alimentación utilizan indistintamente la visión y el olfato. Los lóbulos ópticos y olfativos alcanzan un tamaño medio.

c) Tipo rodaballo o rémol (Bothidae), son los que sólo utilizan la visión para alimentarse. Los lóbulos ópticos están muy desarrollados pero los lóbulos olfativos son muy pequeños.

DE GROOT (1966, 1971a) realizó con varias especies de Pleuronectiformes un estudio sobre las respuestas a diferentes es-

tímulos utilizando modelos tales como camarones de plástico y bolas de lana de 1,2,4 y 8 cm de diámetro. Observó que, en el caso del lenguado, combinando el estímulo visual y el olfativo todas las experiencias tenían un resultado positivo. Este hecho está en contradicción con los datos aportados por PIPPING (1927), el cual establece que esta especie no reacciona visualmente al alimento, sino sólo por medio del olfato.

3.-En experiencias realizadas con lenguados adaptados a las condiciones de cautividad, se han estudiado las preferencias alimentarias con respecto a otras especies que no forman parte de su régimen alimentario, tales como mejillón (Mytilus edulis), cangrejo (Macropipus depurator), galera (Squilla mantis), boquerón (Engraulis encrasicolus) y peluda (Arnoglossus thori).

Después de un período de 30 días de alimentación y durante seis meses de experimentación, la dieta alimentaria que se les suministraba a los lenguados estuvo constituida por los compuestos anteriormente mencionados. Diariamente se realizaban observaciones sobre el tipo de alimento que era consumido más satisfactoriamente, apreciándose que se prefería el mejillón (M. edulis); en determinadas ocasiones ingería algunos trozos de carne de cangrejo (M. depurator), mientras que los demás componentes no tenían ninguna aceptación.

También se realizó un ensayo con lenguados aclimatados a una dieta alimentaria constituida solamente a base de mejillón (M. edulis), aunque en diferentes períodos del día se introducían Anélidos de diversos grupos taxonómicos. Se comprobó que estos organismos eran consumidos a todas las horas del día, para lo cual los lenguados se desenterraban de la arena y rápidamente tomaban el alimento, volviendo a continuación a enterrarse en el fondo del acuario.

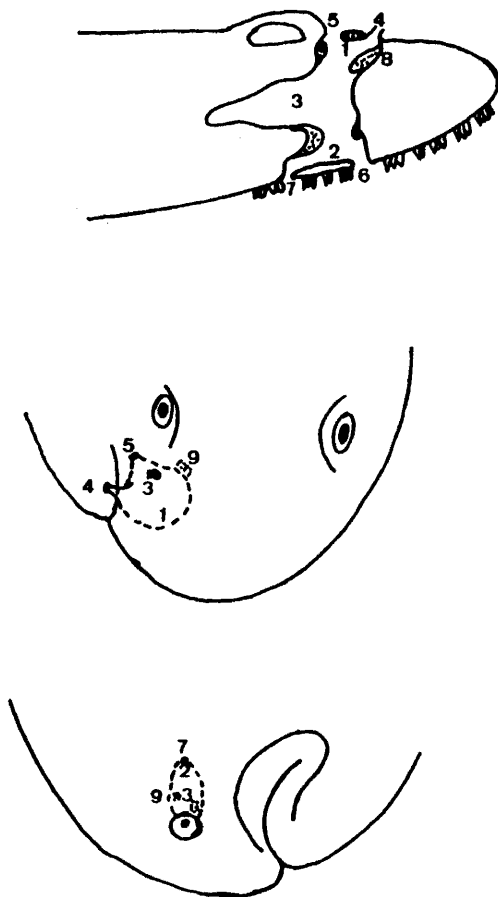


Fig.21.- Cabeza del lenguado en sección longitudinal, vista desde arriba y desde abajo, donde se muestra el órgano olfatorio.

- 1-Saco nasal superior
 - 2-Saco nasal inferior
 - 3-Saco infrasfenoidal
 - 4-Narina superior anterior
 - 5-Narina superior posterior
 - 6-Narina inferior anterior
 - 7-Narina inferior posterior
 - 8-Epitelio olfativo
 - 9-Nervio olfativo
- (DE GROOT, 1971)

5.4.-CONCLUSIONES

El lenguado de las costas próximas a Castellón presenta un índice de vacuidad medio de 85,41. Durante la época de maduración sexual y puesta hay una ralentización de la actividad alimentaria. Este fenómeno parece ser general en otras zonas y está relacionado con un enfriamiento de las aguas de los sectores estudiados.

Las presas más frecuentes encontradas en los estómagos de lenguado son los Anélidos, de manera global ($f = 76,34$), seguidos de los Crustáceos ($f = 42,35$) y, de forma secundaria, de los Moluscos ($f = 21,19$). Si consideramos el índice de frecuencia según especies, éstas se distribuyen de la siguiente manera: el poliqueto Sternaspis sp ($f = 15,38$), el crustáceo Goneoplax rhomboides ($f = 7,69$) el molusco Turritella sp ($f = 5,76$) y el pez Callionymus maculatus ($f = 5,76$). En general se aprecia que el lenguado del Mediterráneo se alimenta de invertebrados bénticos, hecho observado en los estudios de contenidos estomacales de las poblaciones de lenguado del Atlántico.

Los cambios del régimen alimentario en función de la talla muestran que los especímenes más pequeños se alimentan de poliquetos. A medida que crece el depredador, las presas van aumentando en número, en tamaño y en variabilidad.

Las variaciones mensuales cualitativas y cuantitativas de la dieta alimenticia han demostrado la presencia de los Anélidos a lo largo de todo el año, siendo más frecuentes en primavera. Los crustáceos, en primavera, verano y comienzos del otoño, alcanzan los valores máximos en los contenidos estomacales.

El lenguado se alimenta durante las horas noctur-

nas y para la localización de las presas utiliza principalmente el olfato, junto al sentido de la vista.

En las experiencias de alimentación realizadas con especies pertenecientes a diversos grupos taxonómicos, se ha observado que tan solo el lenguado aclimatado a las condiciones de cautividad es capaz de ingerir mejillón (M. edulis) que, aunque no forma parte de la dieta alimentaria estudiada en el medio natural, resulta eficaz para el mantenimiento de esta especie.

6.-SEXUALIDAD

El ciclo sexual del lenguado (S. solea L.) no había sido estudiado hasta la actualidad en el Mediterráneo. Sin embargo se han podido consultar algunos trabajos realizados en este sentido, en los que se desarrollan diferentes aspectos de la maduración gonadal en las poblaciones de esta especie que habitan zonas próximas a las costas atlánticas europeas.

6.1.-MATERIAL Y METODOS

Los especímenes utilizados en el presente estudio procedían de áreas cercanas a las costas de Castellón con profundidades comprendidas entre 3 y 100 metros. El número de ejemplares examinados ha sido de 365. Como datos complementarios se han tomado las dimensiones relativas a su longitud total (mm), peso total (g) y peso desviscerado (g). La extirpación de las gónadas ha tenido lugar en las horas sucesivas a la recogida de muestras, tal como se muestra en la metodología expuesta en el capítulo tercero. Los órganos genitales de ambos sexos fueron medidos y pesados en fresco, calculándose a continuación los parámetros que de manera cuantitativa nos definen la madurez sexual de los especímenes. La longitud se ha ajustado hasta el milímetro más próximo y, en cuanto al peso, se ha llegado a la milésima de gramo. Para efectuar estas operaciones se han utilizado una calibrador y una balanza Sartorius que tiene una precisión de 0,00001 g.

Para caracterizar los estados sexuales observados

en cada uno de los ejemplares de lenguado estudiados, ha sido necesario determinar los siguientes índices:

a) el índice gonosomático (IGS), que se define como el tanto por ciento del peso de la gónada con respecto al peso desviscerado del pez. Este valor nos permitirá observar, de manera comparativa, la importancia ponderal de las gónadas durante el desarrollo del ciclo reproductor de esta especie;

b) el índice hepatosomático (IHS), que es igual al tanto por ciento del peso del hígado con respecto al peso desviscerado del ejemplar. Este dato está íntimamente relacionado con la movilización de reservas energéticas que tiene lugar durante el proceso madurativo de las gónadas. En la mayoría de las especies estudiadas se ha podido observar una cierta proporcionalidad entre la evolución cuantitativa de este índice y las variaciones ponderales apreciadas en las gónadas;

c) el índice de condición (K) que resulta de aplicar para una misma talla y sexo la expresión matemática:

$$K = \frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}^3} \cdot 100$$

donde el peso del pez viene dado en g y la talla en cm. Este coeficiente nos indicará las posibles diferencias existentes entre ejemplares con idénticas dimensiones y sexo, en función de diversos factores como la proximidad del período de puesta, etc.

En las observaciones realizadas en los diversos especímenes de lenguado se ha podido constatar que en esta especie los sexos están separados. Los caracteres sexuales no se aprecian con claridad, aunque existen determinadas dimensiones corporales que presentan ciertas diferencias con respecto al sexo, como se ha mencionado en

el capítulo cuarto. Durante la época de puesta la diferenciación de sexos resulta más fácil, ya que las hembras presentan un mayor o menor abultamiento en la región abdominal. Las gónadas se encuentran situadas, una en la parte dorsal del cuerpo y la otra en el lado ventral o ciego; ésta suele ser de peso y tamaño más elevados. En los especímenes adultos los testículos y ovarios tienen un aspecto muy diferente. Así, los ovarios presentan una forma cilíndrica con una coloración que oscila desde el rosáceo al anaranjado-amarillento, según sea la madurez sexual. Por su parte, los testículos terminan en punta en su extremo anterior y, si efectuamos un corte transversal, veremos que tienen forma de huso. El color dominante durante el ciclo sexual es la tonalidad blanquecina, aunque no existe una gradación manifiesta. Por lo general el testículo situado en la región ventral del cuerpo es mayor en tamaño que el localizado en el lado dorsal, aunque ambos alcanzan unas dimensiones muy pequeñas.

El método utilizado para determinar la fecundidad de esta especie ha consistido en realizar contajes directos del número de ovocitos y óvulos a partir de una serie de submuestras que se tomaban a lo largo de diferentes zonas de los ovarios en hembras en las que se confiaba que no habían perdido óvulos. Para ello se eligieron las que estaban en los estados sexuales más avanzados.

También se ha estudiado la maduración de las gónadas por observaciones macroscópicas de su aspecto exterior. En los machos ha sido casi imposible distinguir las fases madurativas. Sin embargo, en las hembras la sucesión de los diferentes estados es bastante clara y puede ser descrita de la forma siguiente:

Estado I.-Individuos juveniles inmaduros cuyas ta

llas no alcanzan los 260 mm. Los ovarios de las hembras son filiformes y ligeramente rosados o incoloros.

Estado II.- Fase de reposo. Las hembras presentan los ovarios traslúcidos o rosados. La venación es poco o nada aparente. En los machos el testículo tiene una coloración blanquecino-amarilla en ta.

Estado III.- Las gónadas entran en maduración. En los ovarios se aprecia un ligero crecimiento en longitud y, en el tejido gonadal, la maduración de los ovocitos hace destacar una puntuación que en principio es muy fina pero que termina siendo muy apreciable. La irrigación sanguínea empieza a ser visible. El color se oscurece ad quiriendo una tonalidad amarillo-anaranjada.

Estado IV.- En los cordones o septos ováricos se encuentran gran cantidad de ovocitos visibles, opacos y de color blanco. Estos tienen en principio una forma poliédrica para después hacerse esféricos. El crecimiento en longitud observado en la fase anterior alcanza su máximo en ésta y es a partir de este momento cuando se ini cia el engrosamiento gradual de los ovarios hasta su total maduración. La coloración es aún más o menos anaranjada.

Estado V.- La venación de los ovarios y testículos es muy patente. Los ejemplares hembras presentan un abultamiento manifiesto en la superficie por haber un crecimiento en grosor del ovario dorsal. Por el lado ventral se aprecia, por transparencia, el extraordinario desarrollo del ovario situado en este flanco. En los septos ováricos se observan ovocitos opacos de diferentes dimensiones y óvulos maduros transparentes sueltos. En los machos el color blanquecino es más patente pero, por presión, no se obtiene esperma.

Estado VI.- Los ovarios han adquirido un elevado crecimiento en grosor. Los óvulos transparentes y maduros son más frecuentes, ocupando parte de ellos el oviducto de la gónada. La venación casi ha desaparecido y, por presión sobre el flanco ocular en dirección hacia delante se provoca la expulsión de los óvulos por el poro genital. El color anaranjado se hace un poco más oscuro.

Estado VII.- El ovario, tras la freza, entra en una fase regresiva difícil de caracterizar. La coloración, contextura y dimensiones ofrecen particularidades muy diversas. Sin embargo, podemos afirmar que en este estado los ovarios presentan una puntuación muy variada, observándose restos de óvulos transparentes y maduros con la misma apariencia que se apreciaba en los momentos o fases madurativas anteriores a la puesta. La venación está fragmentada y presenta tonalidades propias de la existencia de importantes procesos de histólisis.

Estado VIII.- Los óvulos maduros han desaparecido, la venación casi no existe y la consistencia de los ovarios ha decaído hasta hacerse flácidos. La regresión en este momento es muy avanzada. La coloración es muy variada, abundando las tonalidades rojizo-anaranjadas.

6.2.-RESULTADOS

6.2.1.-Variaciones mensuales del índice gonosomático y según las tallas.

Los datos obtenidos según esta metodología se han reunido en la tabla 13 y la representación gráfica de los mismos se

expone en la figura 22.

Las hembras presentan sus valores más bajos del índice gonosomático en los meses de verano. De octubre a diciembre se aprecia un aumento progresivo en el peso de la gónada alcanzando su máximo en enero. A partir de este momento se inicia una bajada brusca coincidiendo perfectamente con el período de puesta de esta especie en las costas próximas a Castellón. En los machos, la maduración parece ser simultánea pero los valores de este índice son muy bajos comparados con los que se observan en las hembras.

El índice gonosomático medio, calculado con los datos de ambos sexos, muestra perfectamente las mismas características observadas al estudiar separadamente los machos y las hembras.

En la tabla 14 se expresan los valores obtenidos según las tallas y, como datos indicativos, figuran los pesos medios totales y desviscerados según sexos, así como los límites de clase utilizados al respecto. La representación gráfica de estos valores se señala en la figura 23. Se observa que el aumento del IGS en los machos es muy lento en todas las tallas de manera que la diferencia entre las grandes y las pequeñas es poco importante.

En las hembras, en cambio, hay una tendencia general a ir aumentando gradualmente el índice gonosomático, siendo éste más manifiesto a partir de la clase 270 mm, talla en que los especímenes de lenguado completan su desarrollo madurativo gonadal. Las fluctuaciones que se han representado en la gráfica son consecuencia del cálculo de índices en determinadas épocas en las que los ovarios presentaban pesos muy bajos.

TABLA - 13

Variaciones mensuales del índice gonosomático según sexos.

MESES	HEMBRAS		MACHOS	
	Nº	IGS	Nº	IGS
ENERO	14	8,840 \pm 5,25	22	0,145 \pm 0,063
FEBRERO	20	4,239 \pm 4,53	19	0,137 \pm 0,045
MARZO	20	2,155 \pm 3,12	11	0,127 \pm 0,099
ABRIL	14	1,345 \pm 1,10	5	0,096 \pm 0,085
MAYO	10	1,880 \pm 1,51	12	0,060 \pm 0,026
JUNIO	12	1,466 \pm 0,53	9	0,046 \pm 0,020
JULIO	10	1,090 \pm 0,38	13	0,040 \pm 0,023
AGOSTO	9	1,132 \pm 0,31	6	0,043 \pm 0,025
SEPTIEMBRE	21	1,117 \pm 0,47	11	0,068 \pm 0,051
OCTUBRE	9	3,028 \pm 4,83	9	0,130 \pm 0,076
NOVIEMBRE	18	4,138 \pm 3,90	11	0,100 \pm 0,060
DICIEMBRE	9	6,932 \pm 5,53	9	0,104 \pm 0,024

TABLA - 14

Evolución del índice gonosomático según tallas y sexos.

TALLAS (mm)	SEXO	Nº	%	IGS	PESO GONADA (g)	PESO TOTAL (g)	PESO DESVISGERADO (g)
250-260	H	9	64	0,583	0,677	127,880	121,500
	M	5	36	0,130	0,202	133,400	128,352
261-270	H	9	41	0,580	0,795	143,330	137,800
	M	13	59	0,170	0,170	142,690	138,436
271-280	H	9	39	0,717	1,206	159,770	154,645
	M	14	61	0,095	0,168	162,500	156,335
281-290	H	9	45	1,770	3,238	189,550	182,714
	M	11	55	0,087	0,154	181,180	173,856
291-300	H	19	46	1,170	2,056	201,473	198,247
	M	22	54	0,089	0,182	207,409	192,048
301-310	H	10	40	3,011	7,583	242,300	230,393
	M	15	60	0,090	0,276	220,800	213,786
311-320	H	15	48	3,446	6,180	247,260	219,950
	M	16	52	0,086	0,196	249,125	241,100
321-330	H	14	61	4,333	12,080	280,357	262,270
	M	9	39	0,127	0,360	287,110	277,985
331-340	H	15	55	1,919	6,159	321,730	307,023
	M	12	45	0,154	0,475	287,916	270,595
341-350	H	19	82	4,736	18,180	378,789	363,230
	M	4	18	0,115	0,362	309,750	299,677
351-360	H	14	67	4,671	19,061	414,000	397,147
	M	7	33	0,164	0,582	356,714	345,474
361-370	H	9	69	6,255	27,202	410,330	394,801
	M	4	31	0,180	0,707	387,750	377,247
371-380	H	11	100	3,878	17,400	447,727	421,620
381-420	H	16	100	6,852	36,426	539,687	514,614

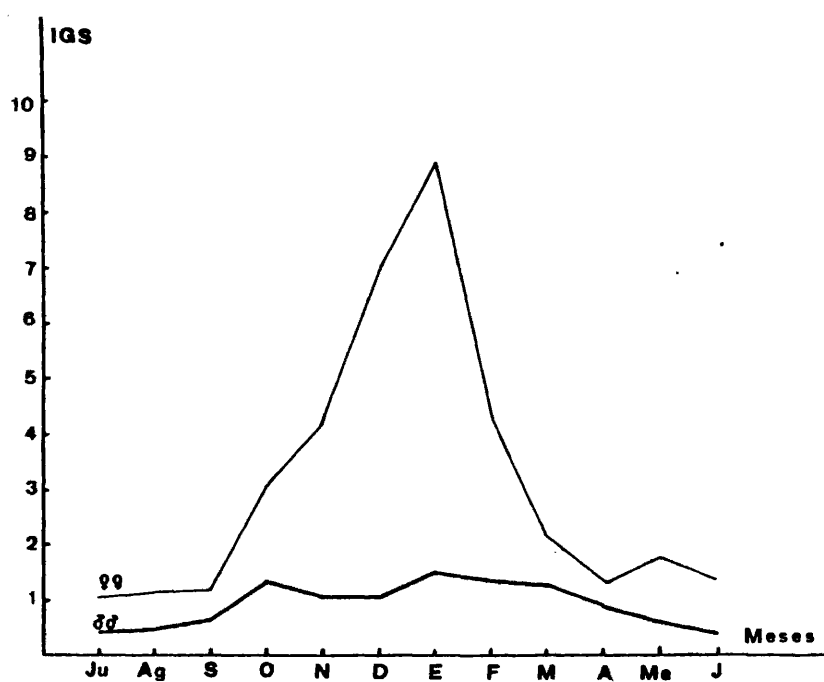


Fig. 22- Evolución mensual del índice gonosomático según sexos.

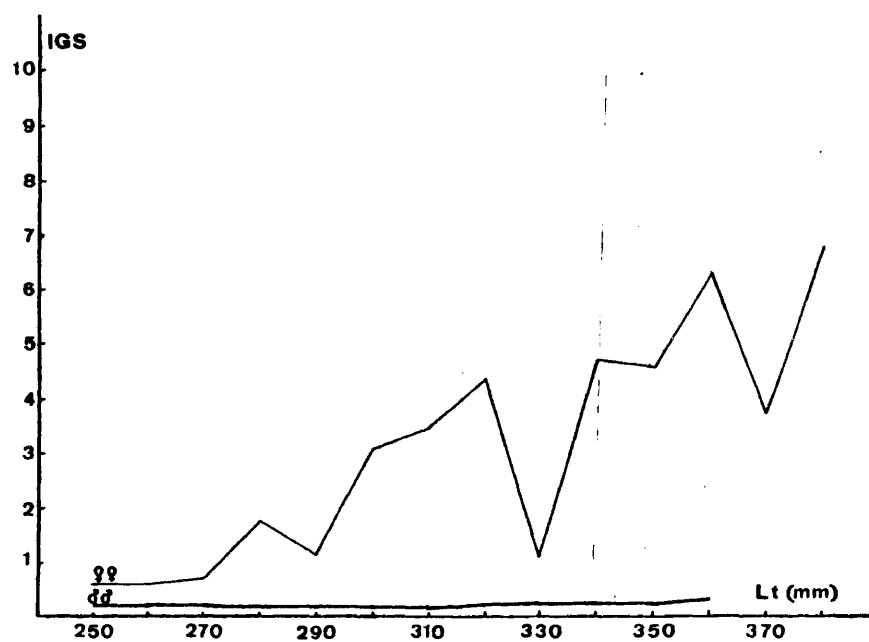


Fig. 23- Variación del índice gonosomático según tallas y sexos.

6.2.2.-Evolución mensual del índice hepatosomático y en función de la talla.

Los resultados obtenidos en el cálculo de este índice se expresan en las tablas 15 y 16. Las variaciones mensuales del IHS en ambos sexos son muy pequeñas, como indican las oscilaciones representadas en la figura 24. Si comparamos la magnitud de los valores de este índice según sean machos o hembras, se observa un predominio muy patente de este último durante todos los meses del año. En el estudio del índice hepatosomático con relación al índice gonosomático, se ha puesto de manifiesto la existencia de una cierta correspondencia entre las fluctuaciones de ambos coeficientes en los dos sexos, de manera que en los meses en que se alcanzan pesos más elevados en las góndas, de octubre a enero, hay también una ligera tendencia a presentarse importantes variaciones en el peso del hígado de los especímenes de lenguado.

En cuanto al análisis de las posibles diferencias intersexuales observadas en el índice hepatosomático con respecto a los grupos de tallas (Fig. 25), se puede decir que existen una serie de valores muy bajos o irregularmente distribuidos en las clases con longitudes medias pequeñas. Además, se aprecia en estos datos un progresivo aumento en magnitud. Cuando los ejemplares de lenguado presentan tallas superiores a 300 mm los valores calculados tienden a estabilizarse en torno a unos límites muy estrechos, siendo estos datos más elevados en el caso de las hembras.

En el estudio del IHS medio, obtenido con la media de los valores observados en los dos sexos en cada una de las clases

TABLA - 15

Variaciones mensuales del índice hepatosomático según sexos.

MESES	HEMBRAS		MACHOS	
	Nº	IHS	Nº	IHS
ENERO	14	1,160 \pm 0,242	22	0,800 \pm 0,194
FEBRERO	20	0,920 \pm 0,288	19	0,780 \pm 0,184
MARZO	20	1,170 \pm 0,283	11	0,830 \pm 0,181
ABRIL	14	1,077 \pm 0,376	5	0,812 \pm 0,140
MAYO	10	1,060 \pm 0,225	12	0,830 \pm 0,219
JUNIO	12	1,153 \pm 0,203	9	1,243 \pm 0,153
JULIO	10	1,030 \pm 0,300	13	0,860 \pm 0,173
AGOSTO	9	0,950 \pm 0,140	6	0,850 \pm 0,152
SEPTIEMBRE	21	1,008 \pm 0,304	11	0,970 \pm 0,415
OCTUBRE	9	1,120 \pm 0,258	9	1,030 \pm 0,393
NOVIEMBRE	18	1,087 \pm 0,344	11	0,867 \pm 0,182
DICIEMBRE	9	1,343 \pm 0,476	9	1,078 \pm 0,271

TABLA - 16

Evolución del índice hepatosomático según tallas y sexos.

TALLAS (mm)	SEXO	Nº	%	IHS	PESO HIGADO (g)	PESO TOTAL (g)	PESO DE VISCERADO (g)
250-260	H	9	64	1,377	1,258	127,880	121,500
	M	5	36	0,756	0,974	133,400	128,520
261-270	H	9	41	0,724	1,120	143,330	137,800
	M	13	59	0,685	0,990	142,690	138,436
271-280	H	9	39	0,758	1,248	159,770	154,645
	M	14	61	0,848	1,200	162,500	156,335
281-290	H	9	45	0,950	1,770	189,550	182,714
	M	11	55	0,830	1,768	181,180	173,856
291-300	H	19	46	0,874	1,745	201,473	198,247
	M	22	54	1,129	1,964	207,409	192,048
301-310	H	10	40	1,220	2,879	242,300	230,393
	M	15	60	0,934	1,692	220,800	213,786
311-320	H	15	48	1,140	2,619	247,260	219,950
	M	16	52	0,876	2,105	249,125	241,100
321-330	H	14	61	1,187	3,030	280,357	262,270
	M	9	39	0,870	2,254	287,110	277,335
331-340	H	15	55	1,073	3,218	321,730	307,029
	M	12	45	0,881	2,360	287,916	270,535
341-350	H	19	82	1,192	4,210	378,789	363,290
	M	4	18	0,912	2,757	309,750	299,677
351-360	H	14	67	1,146	4,538	414,000	397,147
	M	7	33	0,838	2,912	356,714	345,474
361-370	H	9	69	1,243	5,223	410,330	394,801
	M	4	31	0,890	3,387	387,750	377,247
371-380	H	11	100	1,111	5,028	447,727	421,620
381-420	H	16	100	1,220	6,325	539,687	514,614

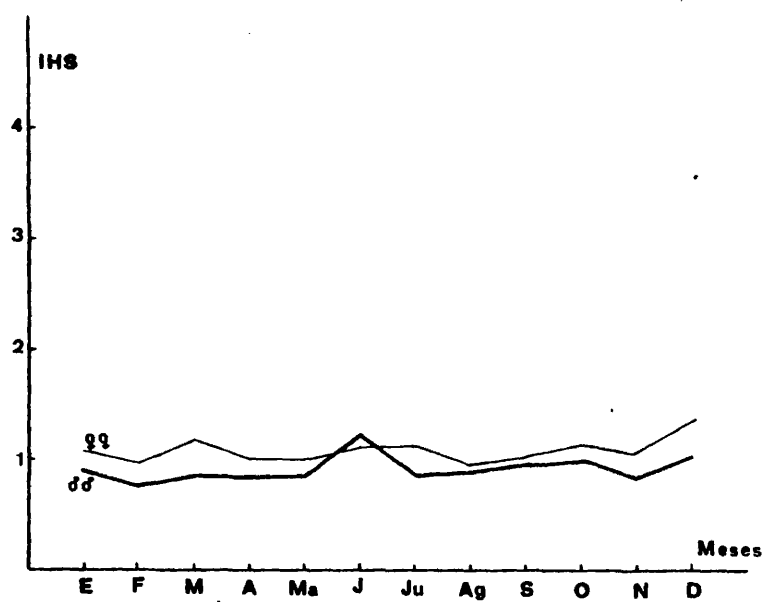


Fig.24 - Evolución mensual del índice hepatosomático según sexos.

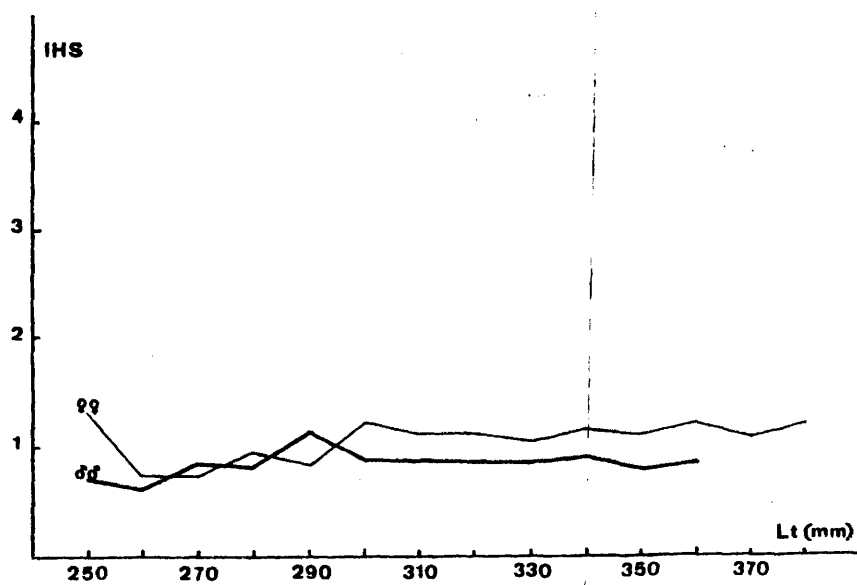


Fig.25 - Variaciones del índice hepatosomático según tallas y sexos

de talla, no se ha podido apreciar la presencia de ninguna diferencia determinada que se pueda definir o estimar como una característica importante en la sexualidad del lenguado.

6.2.3.-Variaciones del índice de condición (K)

Los datos calculados según la expresión matemática que definía este índice, y que se ha expuesto en el apartado de material y métodos, se expresan en las tablas 17 y 18. La primera hace referencia a los valores hallados en los diferentes meses en que se llevó a cabo la toma de muestras. En la segunda se indican los resultados obtenidos según las clases de talla, teniendo en cuenta también cuál era el sexo de los ejemplares de lenguado. La representación gráfica de dichas tablas se refleja en las figuras 26 y 27.

El índice de condición observado mensualmente en ambos sexos ha puesto de manifiesto que las hembras presentan un aumento progresivo de sus valores desde septiembre a diciembre, época que corresponde a la maduración de los ovarios. A continuación se observa un decrecimiento general en los datos hallados para este coeficiente, hasta el mes de mayo en que las gónadas de los reproductores se encuentran en el estado sexual de postfreza y reposo. En los machos este índice presenta una evolución diferente a la mencionada, ya que existe un aumento paulatino de los valores durante los meses que comprenden la época de puesta y postpuesta (febrero-mayo); sin embargo, en los meses de verano existe un decrecimiento seguido de un nuevo incremento, que dará paso a un rápido descenso de los valores del coeficiente de condición en diciembre y enero.

TABLA - 17

Variaciones mensuales del índice de condición según sexos.

MESES	HEMBRAS		MACHOS	
	Nº	K	Nº	K
ENERO	21	0,80	15	0,69
FEBRERO	20	0,76	23	0,74
MARZO	22	0,78	12	0,76
ABRIL	22	0,79	11	0,79
MAYO	11	0,87	12	0,80
JUNIO	12	0,82	10	0,74
JULIO	10	0,82	13	0,77
AGOSTO	11	0,79	9	0,72
SEPTIEMBRE	28	0,70	16	0,74
OCTUBRE	12	0,79	11	0,76
NOVIEMBRE	21	0,77	14	0,76
DICIEMBRE	21	0,88	8	0,74

TABLA -13

Variaciones del índice de condición según tallas.

CLASES DE TALLAS (mm)	HEMBRAS		MACHOS	
	Nº	K	Nº	K
135	1	0,57		
145				
155			1	0,60
165	1	0,73	1	0,77
175	2	0,75	1	0,67
185	4	0,74	3	0,75
195	2	0,73	2	0,72
205	3	0,75	2	0,63
215	2	0,75	3	0,74
225	4	0,71	3	0,75
235	3	0,75	2	0,66
245	5	0,73	7	0,70
255	6	0,80	4	0,73
265	7	0,73	12	0,77
275	12	0,76	11	0,76
285	7	0,87	12	0,77
295	16	0,76	21	0,76
305	12	0,81	16	0,76
315	17	0,81	13	0,73
325	13	0,80	11	0,73
335	13	0,84	11	0,75
345	16	0,89	9	0,74
355	15	0,91	5	0,77
365	11	0,86	5	0,79
375	11	0,83	1	0,53
385	8	0,86		
395	7	0,88		
405	2	0,87		
415	2	0,82		
425	1	0,76		

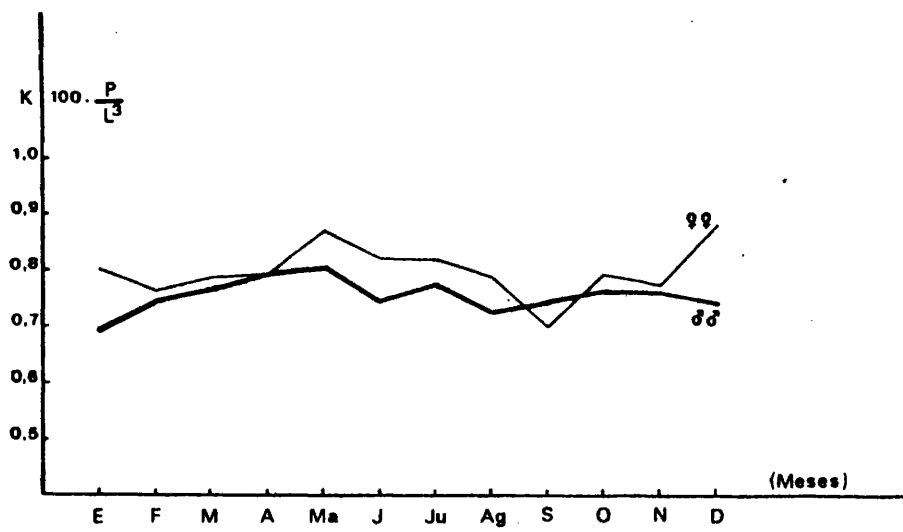


Fig.26 - Evolución mensual del índice de condición según sexos.

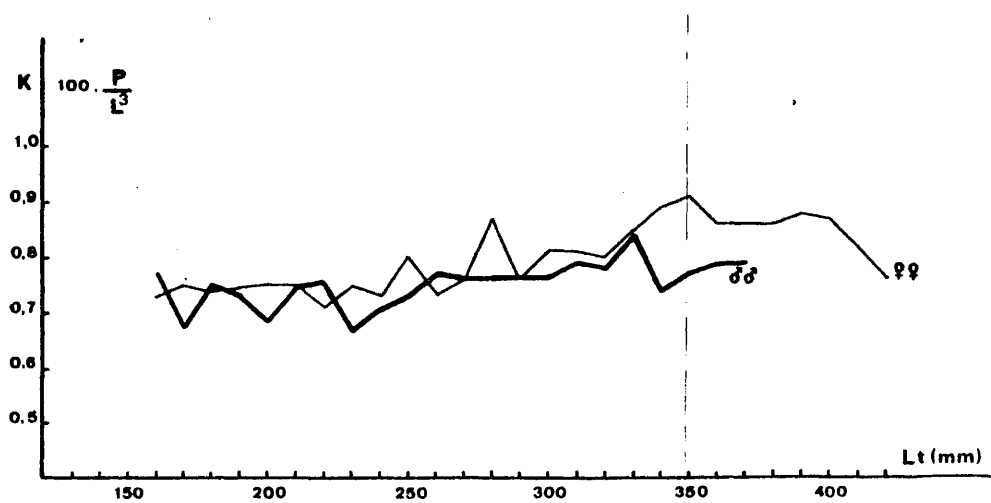


Fig.27 - Variaciones del índice de condición según la talla y el sexo.

Las variaciones que se observan en este índice ponderal según las clases de talla, pueden ser divididas en dos fases: la primera estaría definida por la presencia de datos que fluctúan de forma irregular en ambos sexos y en especímenes de dimensiones pequeñas; en la otra fase se aprecia un claro predominio de los valores calculados en las hembras a partir de la clase 270 mm. Los límites de variabilidad del índice de condición obtenido en los ejemplares de lenguado estudiados, están comprendidos entre 0,57 - 0,91 para las hembras y 0,60 - 0,85 para los machos.

6.2.4.-Diferencias intergonadales

Las gónadas en el lenguado presentan un crecimiento desigual, de manera que la que se encuentra situada en el lado ventral es mayor que la dorsal. Esta característica es común a ambos sexos. La observación del desarrollo de las gónadas durante el ciclo sexual nos ha permitido obtener más datos comparativos para caracterizar o definir los procesos madurativos de las mismas.

En las tablas 19 y 20 hemos representado todas las mediciones tomadas en los especímenes muestreados durante el período de experimentación. A la vista de los resultados se puede apreciar que los datos relativos a la longitud de las gónadas en ambos sexos, tal como figuran en la columna de las diferencias intergonadales, no son uniformes ni significativamente patentes, por lo que sólo son útiles a modo de información, aunque en general cabe señalar un incremento en la talla durante los procesos madurativos de las gónadas. Sin embargo, el peso de las mismas y en especial sus diferencias sí que guardan clara-

TABLA - 19

Variaciones mensuales de la talla y el peso de las gónadas en hembras.

MESES	TALLA GONADA DORSAL (mm)	TALLA GONADA VENTRAL (mm)	DIFERENCIA T.G.VENTRAL T.G.DORSAL (mm)	PESO GONADA DORSAL (g)	PESO GONADA VENTRAL (g)	DIFERENCIA P.G.VENTRAL P.G.DORSAL (g)
ENERO	161,178	130,857	19,679	12,676	23,776	11,100
FEBRERO	127,143	134,904	7,761	5,648	9,953	4,305
MARZO	108,850	120,300	11,450	3,067	6,617	3,550
ABRIL	76,524	83,857	7,333	0,671	2,281	1,610
MAYO	109,000	129,167	20,167	2,397	4,282	1,885
JUNIO	116,283	135,583	19,302	1,467	2,872	1,405
JULIO	105,100	107,300	2,200	1,066	1,766	0,700
AGOSTO	107,200	118,800	11,600	0,956	1,761	0,805
SEPTIEMBRE	65,962	77,037	11,075	0,947	1,589	0,642
OCTUBRE	93,182	103,455	10,273	2,914	4,957	2,043
NOVIEMBRE	91,895	100,947	9,052	3,909	7,115	3,206
DICIEMBRE	126,600	131,150	4,550	9,795	18,711	8,916

TABLA - 20

Variaciones mensuales de la talla y el peso de las gónadas en machos.

MESES	TALLA GONADA DORSAL (mm)	TALLA GONADA VENTRAL (mm)	DIFERENCIA T.G.VENTRAL T.G.DORSAL (mm)	PESO GONADA DORSAL (g)	PESO GONADA VENTRAL (g)	DIFERENCIA P.G.VENTRAL P.G.DORSAL (g)
ENERO	9,182	13,600	4,418	0,135	0,247	0,112
FEBRERO	8,727	11,727	3,000	0,102	0,189	0,087
MARZO	8,304	11,273	2,969	0,188	0,298	0,110
ABRIL	4,750	7,167	2,417	0,046	0,127	0,081
MAYO	8,909	10,364	1,455	0,051	0,078	0,027
JUNIO	5,900	9,300	3,400	0,016	0,076	0,060
JULIO	7,308	9,307	1,999	0,040	0,068	0,028
AGOSTO	5,500	7,600	2,100	0,022	0,060	0,038
SEPTIEMBRE	6,143	7,785	1,642	0,041	0,101	0,060
OCTUBRE	7,545	9,818	2,273	0,104	0,197	0,093
NOVIEMBRE	7,750	10,667	2,917	0,104	0,138	0,034
DICIEMBRE	8,875	11,125	2,250	0,092	0,134	0,042

mente un ritmo cíclico anual, como se había observado en la evolución del índice gonosomático. En el caso de las variaciones apreciadas entre los pesos de los testículos de los machos, se puede decir que no son tan marcadas como las que se han puesto de manifiesto en el caso de los ovarios de las hembras.

6.2.5.-Evolución de los diferentes estados de madurez sexual.

El estudio del ciclo sexual se puede realizar mediante la determinación del estado de madurez, de acuerdo con la escala propuesta en el apartado de material y métodos. Sin embargo, a efectos prácticos, hemos agrupado algunas fases madurativas reduciéndolas a seis: I, estado de inmadurez sexual; II, reposo sexual; III, inicio de la maduración; IV, prepuesta; V, puesta; y VI, postpuesta. Estas denominaciones coinciden en parte con las utilizadas por PINTO y ANDREU (1957).

En la figura 28 vienen representadas las proporciones mensuales de cada uno de estos estados, quedando reflejado en ella que a finales del mes de septiembre se inicia la maduración de las gónadas, prolongándose a lo largo de los meses siguientes hasta finales de año. El período de la prepuesta abarca los meses de octubre, noviembre y diciembre. Las frezas tienen lugar normalmente durante los meses de febrero y marzo, pudiendo darse, en algunos casos, en enero y abril. A partir de mayo el único estado sexual presente es el de reposo que dura hasta el mes de septiembre. La interpretación de los estados sexuales de los machos no resulta clara, siendo imposible distinguirlos.

La madurez sexual se ha estudiado también a través de las variaciones observadas a lo largo del año con respecto a

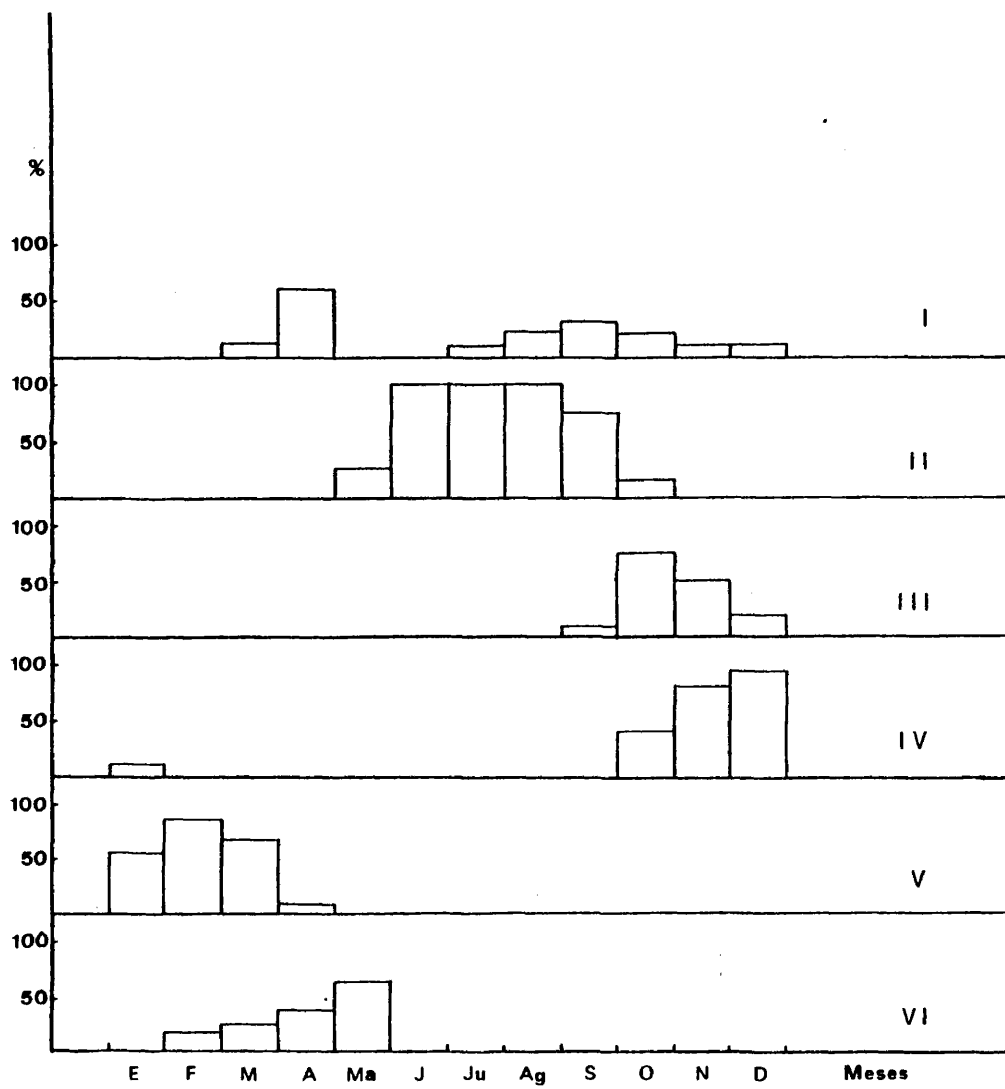


Fig.28.- Proporciones mensuales de los estados madurativos.

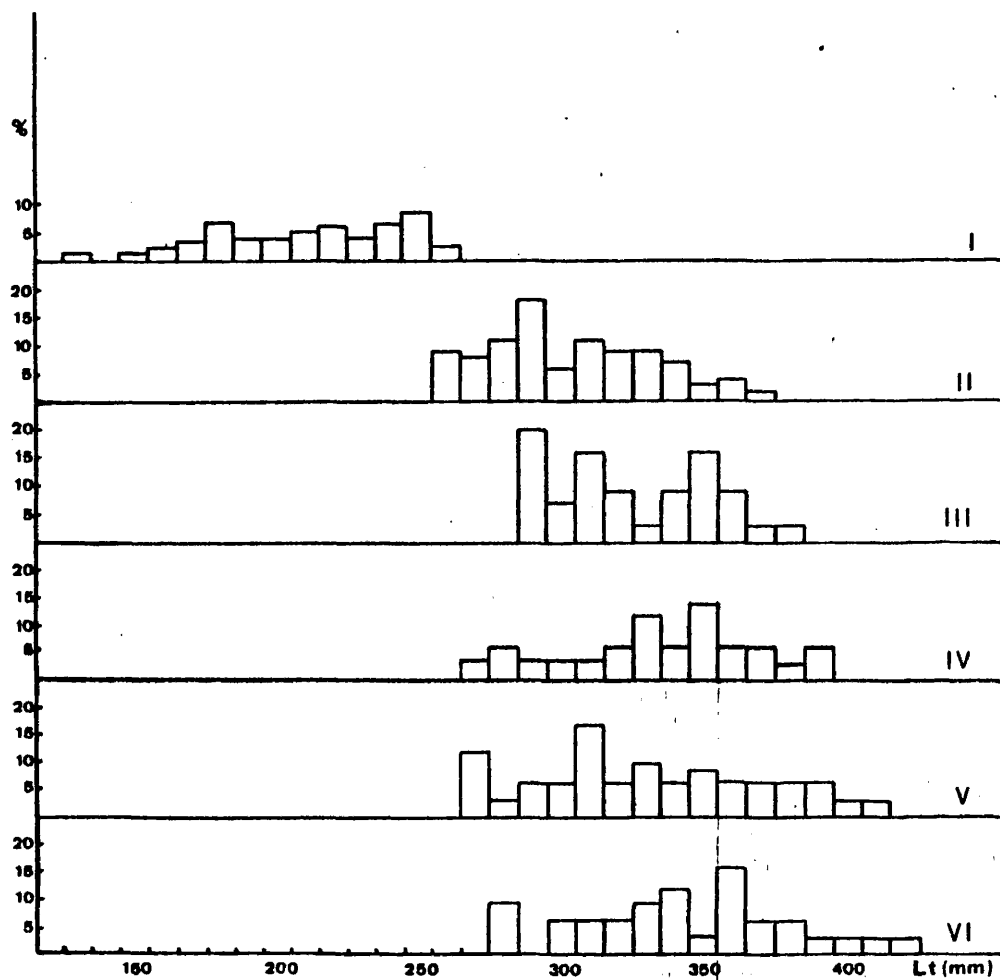


Fig.29_ Porcentaje de los estados sexuales, según tallas.

aparición de los diferentes estados sexuales, según las clases de talla. En la figura 29 se representan los porcentajes obtenidos para cada grupo de especímenes de lenguado en función de la madurez alcanzada cuando habían llegado a una determinada longitud. La gráfica resulta muy ilustrativa y coincide en señalar dos aspectos importantes a tener en cuenta en el estudio de la sexualidad del lenguado. En primer lugar que las tallas pequeñas comprendidas hasta la clase 260 mm han sido encontradas siempre en estado de inmadurez, aunque dicha longitud ha sido hallada también en estado de reposo. En segundo lugar, hay una constatación de que la madurez sexual completa tiene lugar a partir de la talla 270 mm, habiéndose puesto de manifiesto, en estas tallas, un porcentaje elevado de ejemplares en las fases de prepuesta y puesta.

6.2.6.-Fecundidad.

En la tabla 21 presentamos datos relativos a la fecundidad absoluta de algunas de las hembras estudiadas. La fecundidad relativa es difícil de determinar por cuanto que representaría el valor más elevado que alcanza el índice gonosomático en un ejemplar de lenguado. En un apartado anterior pudimos observar cómo el IGS aumenta a medida que aumentan las tallas. Esto también se aprecia en cuanto a la fecundidad absoluta o nº de huevos por hembra, ya que se incrementa según sea mayor la talla.

El método utilizado para el conteo de huevos no es el más apropiado, ya que las porciones o submuestras que se toman de los ovarios para el cómputo pueden no corresponder a la madurez media del ovario, ya que no se tiene en cuenta la membrana envolvente del mis

TABLA -21

Fecundidad absoluta observada en algunos ejemplares de lenguado S. solea

TALLA (mm)	PESO (g)	Nº HUEVOS	IGS
272	175	36.480	3,60
312	250	130.800	4,68
315	250	120.400	8,03
326	280	130.300	9,06
330	320	117.000	13,06
350	410	200.860	13,59
355	450	161.000	12,58
357	360	150.000	3,66
370	390	286.500	6,08
388	540	187.285	13,53
390	500	280.000	6,22
390	605	300.000	20,38

mo, así como tampoco el tejido conjuntivo que constituye la base de la gónada, ni la red vascular que lo irriga. Otros autores han preferido utilizar otra metodología, más indirecta, en hembras pertenecientes a diferentes especies de pleuronéctidos y que consiste en realizar los estudios de fecundidad por medio de técnicas volumétricas (BAGENAL, 1957; 1963; JONES, 1974). Las cantidades de huevos que se obtienen según este método son siempre muy superiores a las que se dan cuando se efectúa un cómputo directo.

6.2.7.-Proporción de sexos.

La distribución de sexos con respecto a las frecuencias observadas en las tallas se ha representado en la figura 30, en donde se pone de manifiesto el porcentaje de ambos sexos. En esta gráfica se refleja claramente el predominio de las hembras a partir de 300 mm, desde donde se aprecia un incremento gradual en el número de éstas y una disminución en el porcentaje de machos. En los grupos de ejemplares con longitudes medias más pequeñas hay una cierta alternancia en cuanto a los valores de ambos sexos.

En el estudio de los sexos según clases de talla y profundidades se ha observado que en los fondos inferiores a 40 metros no existe predominio claro de un determinado sexo o talla pero, a medida que aumenta la isobara empiezan a ser más frecuentes las tallas medias y grandes. El número de ejemplares de ambos sexos muestreados va siendo más abundante y se aprecia un ligero incremento en el porcentaje de machos en las clases medias mientras que las hembras, en su mayoría, abarcan las tallas de mayor tamaño. A partir de los 80 metros de

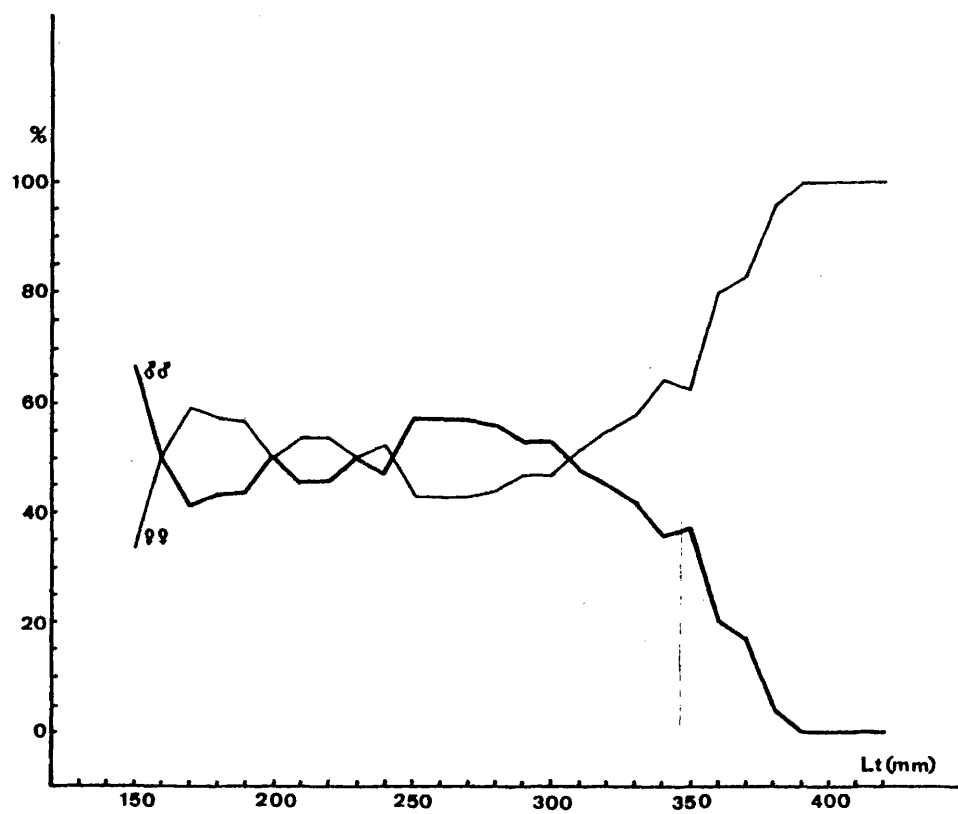


Fig. 30. Proporción de machos y hembras, según tallas.

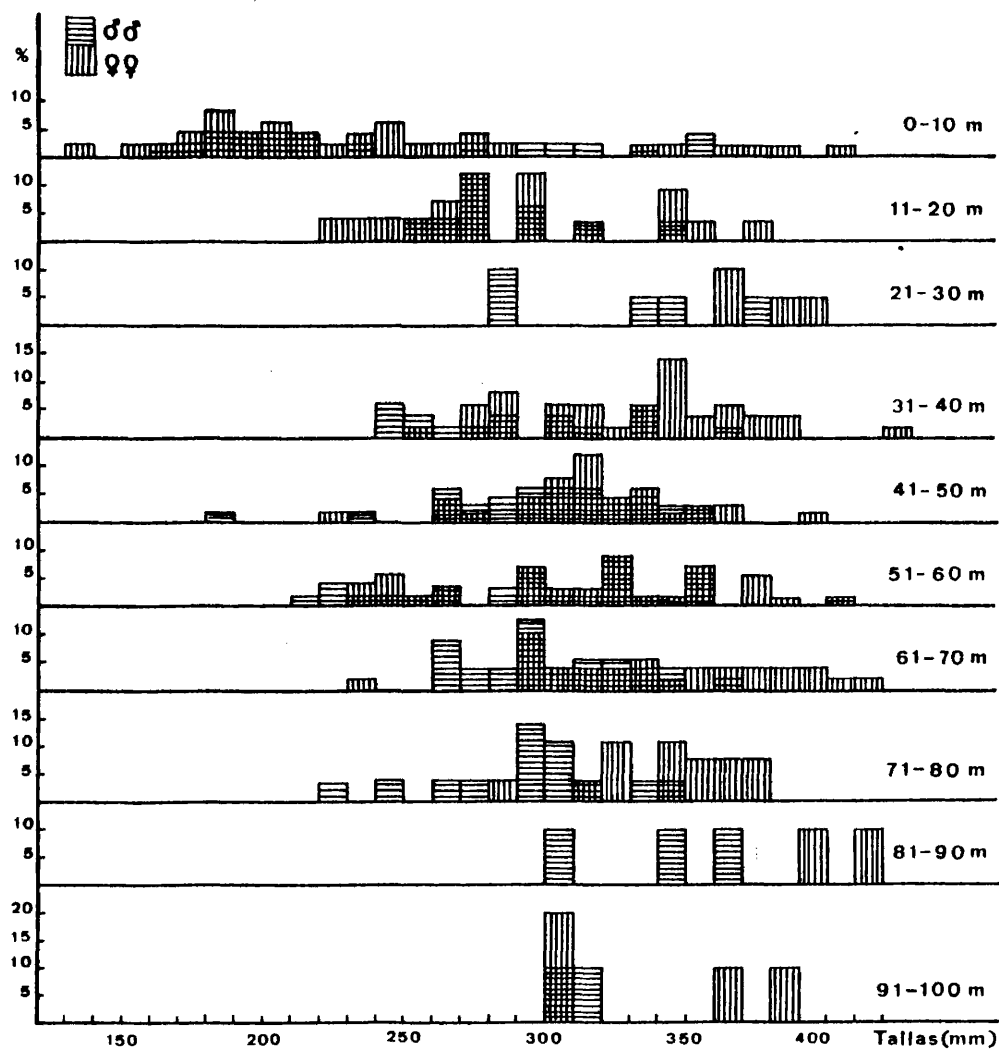


Fig.31.-Distribución de sexos según tallas y profundidades.

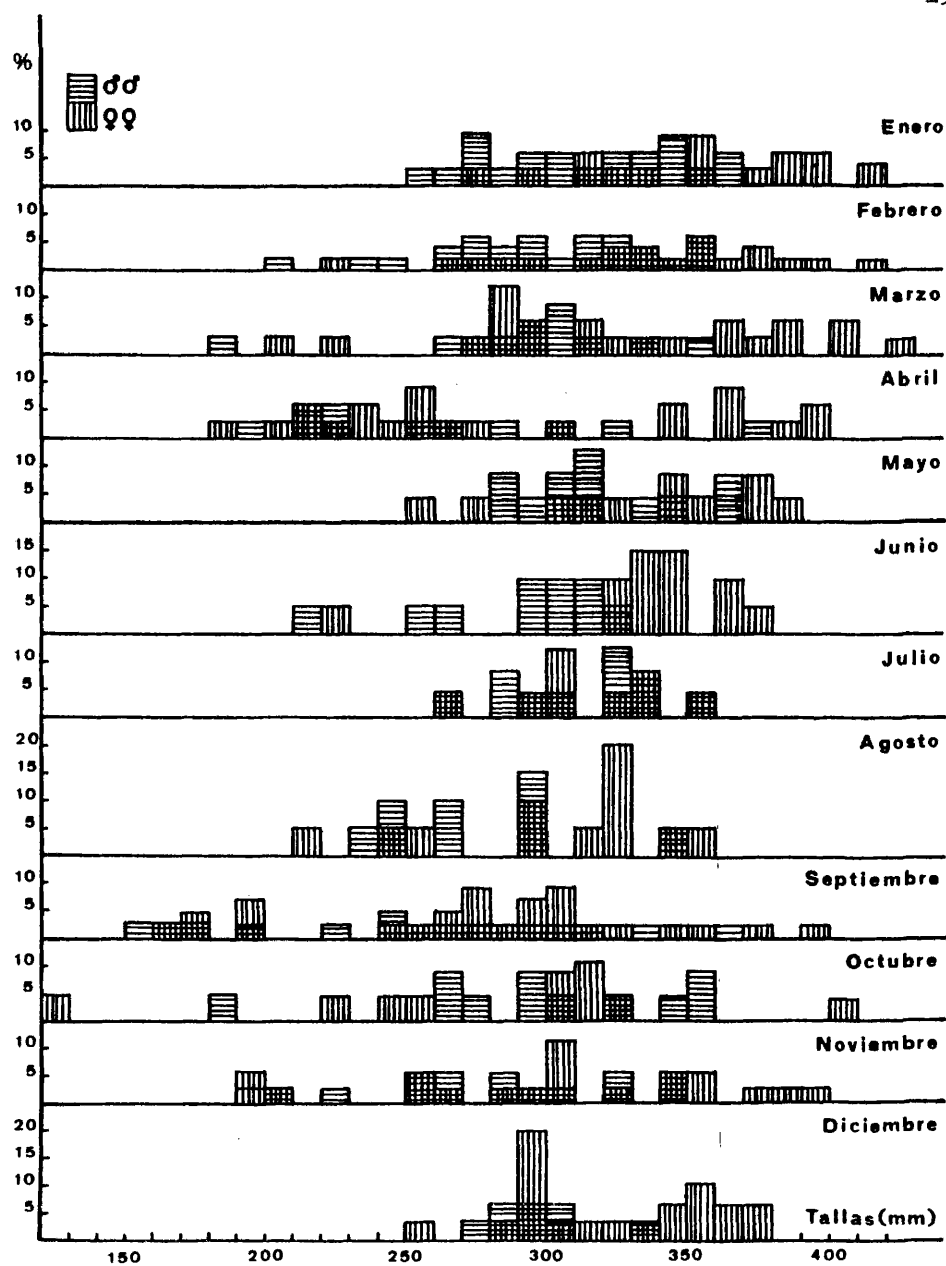


Fig. 32. Distribución mensual de machos y hembras según tallas.

profundidad la distribución que se observa en los sexos y en las tallas es irregular, al tiempo que disminuye el número de ejemplares (Fig. 31).

En cuanto a la aparición mensual de los especímenes de ambos sexos y sus clases de tallas, respecto a este último punto y como en el caso anterior, los machos alcanzan en su mayoría longitudes de tamaño medio mientras que las hembras presentan las tallas mayores (fig. 32). Durante los meses en que tiene lugar la maduración y puesta se ha observado un pequeño incremento en el número de machos con respecto a las hembras. Por el contrario, en los restantes meses del año ocurre un fenómeno distinto ya que es mayor el número de hembras. Esto tal vez esté relacionado con la mayor permanencia de los machos en las frezas de puesta, mientras que las hembras, una vez realizadas las sucesivas frezas abandonan estas zonas. Este hecho también ha sido observado por MØLLER CHRISTENSEN (1960) en las poblaciones de lenguado próximas a las costas danesas.

6.3.-DISCUSION Y CONCLUSIONES

El ciclo sexual del lenguado (S. solea L.) de las costas mediterráneas próximas a Castellón no había sido considerado hasta la actualidad. Los datos que se han presentado para los diferentes índices nos han sido útiles para definir los estados de maduración gonadal de esta especie.

La evolución mensual del índice gonosomático ha sido altamente significativa para la interpretación de las fases madurativas. De manera resumida podemos concluir que a partir del mes de

septiembre se inician los procesos relacionados con el desarrollo gonadal, llegando estos mecanismos hasta enero, mes en el que se ha apreciado el valor máximo del IGS. La puesta propiamente dicha tiene lugar principalmente en los meses de febrero y marzo, pero en algunos casos se han llegado a estudiar ejemplares realizando la freza en el mes de abril. El resto de los meses se corresponden con los estados de post-puesta y reposo. Si comparamos estos resultados con los de otras áreas podemos constatar que existe una gran variabilidad en cuanto a la duración de la época de maduración y puesta. Así LAHAYE (1972) ha establecido que los lenguados de las zonas próximas a las costas bretonas tienen un período de desarrollo gonadal muy amplio, abarcando los meses desde octubre a abril. En las poblaciones del mar del Norte se ha puesto de manifiesto una extraordinaria variación y así DE VEEN (1970) ha podido apreciar que la aparición de la época de puesta está relacionada con la latitud, de manera que a medida que aumenta ésta se produce un retraso del período de freza. En resumen se puede generalizar que en este área la maduración y emisión de los productos sexuales tiene lugar entre los meses de enero y agosto siendo en la primavera cuando se desarrollan más intensamente las puestas. En las costas británicas esta época está comprendida entre febrero y junio, presentando su máximo en marzo (RUSSELL, 1976). ARBAULT y LACROIX-BOUTIN (1968) han comprobado que en el golfo de Gascuña la freza tiene lugar entre los meses de febrero y marzo.

Los valores del índice gonosomático presentan fluctuaciones individuales muy acentuadas, en especial en las hembras donde además el IGS alcanza mayor magnitud. Sin embargo LAHAYE (1972), estudiando la sexualidad del lenguado en la zona anteriormente mencionada,

ha puesto de manifiesto que las variaciones mensuales de este índice son muy débiles siendo el descenso de los valores muy poco pronunciado hasta alcanzar el mínimo. En los machos el IGS no llega a mostrar diferencias muy significativas, obteniéndose los mismos resultados en todas las zonas estudiadas. El aumento observado en el peso de las gónadas es mucho más importante en las hembras que en los machos y estos caracteres se acentúan a medida que va aumentando la longitud del ejemplar.

Del estudio de la evolución mensual del índice hepatosomático se deduce la existencia de un cierto paralelismo respecto a lo apreciado en el índice gonosomático, aunque los valores máximos se alcancen en épocas distintas. Las diferencias existentes en cuanto al peso del hígado a lo largo del año se observa que son muy pequeñas. Estos resultados no se corresponden con el proceso de movilización rápida de reservas a nivel del hígado como respuesta a una producción masiva de huevos en un tiempo limitado. Pero en esta especie no es muy importante esta característica ya que las puestas tienen lugar en un período más prolongado. En resumen, esto significaría que los mecanismos que regulan el desarrollo de los diferentes lotes de ovocitos y óvulos no están simultaneados.

Por los datos del índice hepatosomático, calculados teniendo en cuenta las clases de tallas, se ha comprobado que a partir de la longitud 300 mm los valores observados tienden a ser uniformes, presentando fluctuaciones muy pequeñas y siendo ligeramente superiores los correspondientes a las hembras. Por tanto, no se aprecia un incremento progresivo de este índice según va aumentando la talla de los ejemplares, tal como ocurría en el índice gonosomático.

El índice de condición ha sido considerado por algunos autores como un factor interesante para la interpretación de los estados madurativos de una determinada especie. Así HTUN-HAN (1978), estudiando el proceso reproductor del pleuronéctido Limania limanda, pudo observar variaciones muy marcadas que tal vez estén relacionadas con la movilización de reservas a nivel del tejido muscular. En nuestras experiencias las hembras mostraron un decrecimiento general en los valores de este índice durante la época de puesta y postpuesta. En los machos el descenso más característico de estos valores tuvo lugar durante los meses de diciembre y enero. Si comparamos estos resultados con los correspondientes al índice gonosomático podemos establecer la existencia de una cierta relación inversa entre ambos índices.

La fecundidad absoluta, en esta especie, presenta grandes diferencias en cuanto al cómputo total de huevos, siendo su número más elevado a medida que aumenta la talla del reproductor. En resumen, la fecundidad absoluta ha oscilado entre 36.480 y 300.000 huevos. Si comparamos estos datos con los obtenidos por otros autores veremos que GIRIN (1979), en especímenes de lenguado aclimatados a las condiciones de cautividad, ha observado una fecundidad media de 90.000 huevos / kg de peso vivo. JONES (1972b) da unas cifras superiores, siendo del orden de 728.000 huevos / kg de peso vivo, mientras que BLAXTER señala la cantidad de 150.000 huevos / hembra sin indicar el peso.

El estudio de la relación maduración-longitud ha sido un punto interesante a considerar en este capítulo. Los datos obtenidos y las observaciones efectuadas durante el análisis de los especímenes nos han llevado a señalar a la clase 270 mm como la talla mínima que presenta un mayor número de ejemplares maduros, los cuales

han alcanzado los estados V y VI de madurez sexual en la escala establecida en el apartado de material y métodos. Estos resultados están bastante de acuerdo con los obtenidos por HOLT (1892) en diferentes poblaciones de lenguado del mar del Norte, siendo en la longitud 27,2 cm donde este autor encuentra un 50 % de ejemplares maduros mientras que el resto todavía no había alcanzado este estado. BUCKMANN (1934) en especímenes procedentes de las costas alemanas durante los años 1903-1933, señala la talla 26,9 cm como la más pequeña en que tienen lugar las primeras puestas. Por su parte, DE VEEN (1970), que ha estudiado la maduración sexual en diferentes grupos de ejemplares que se extienden por zonas próximas a las costas belgas, holandesas y alemanas, combinando todos los datos obtenidos en los lotes de lenguado, establece que la clase 27,5 cm es la longitud mínima en la que aparecen un mayor número de reproductores maduros.

7.-DESARROLLO EMBRIONARIO

El estudio de la embriogénesis en el lenguado S. solea presenta grandes dificultades, ya que no es posible efectuar la fecundación artificial debido a la pequeñez de las gónadas masculinas. Es por lo que muchos autores han estudiado la morfología de los huevos en los recolectados en pescas de plancton. Las primeras observaciones completas efectuadas en este sentido fueron las de FLUCHTER (1970) quien, a lo largo de varios años, había experimentado diversos ensayos sobre la cría de esta especie, pudiendo de esta forma determinar el momento de la puesta y conseguir gran cantidad de huevos a fin de describir la evolución de sus diferentes etapas embrionarias. En cuanto al comportamiento de los especímenes adultos durante el período en que tiene lugar la freza, se ha podido apreciar cómo el macho, situado en posición superior, acompaña en sus movimientos a la hembra, desde el fondo hasta la superficie, proyectando, en espacios de tiempo muy breves, la cabeza fuera del agua y recorriendo de esta forma el recipiente en que están colocados. Mientras realizan estas acciones, los productos sexuales son emitidos al medio ayudándose para ello de una intensa actividad mostrada por las aletas dorsal y anal (FLUCHTER, 1966).

En el presente trabajo pretendemos aclarar y ampliar algunos de los aspectos principales del desarrollo embrionario de la mencionada especie que no fueron tratados con amplitud por el citado autor.

7.1.-MATERIAL Y METODOS

Los huevos se obtenían a partir de progenitores maduros tratados con hormonas gonadotropas, los cuales habían efectuado puestas durante la noche en los recipientes de mantenimiento y de una forma natural. La fecundación de los óvulos se realizó en el medio al ponerse en contacto éstos con el esperma eyaculado por los machos. Por lo general una hembra realiza sucesivas puestas a lo largo de varios días, con un intervalo de 2-3 de reposo. Los huevos de buena viabilidad se mantienen cerca de la superficie del agua de los acuarios siendo muestreados por sifón en filtros de 400 micras de poro. La incubación tuvo lugar en los mismos recipientes de mantenimiento de los reproductores. La salinidad fue del orden de 33-35 por mil y la temperatura osciló entre $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Se mantuvo una ligera renovación del agua de los acuarios, 5-10 litros/hora, ya que las experiencias de incubación en recipientes sin intercambio de agua dieron unos índices de supervivencia muy bajos.

Todas las observaciones se hicieron en un microscopio Wild-M-20 y también en uno binocular de disección Wild-M-5, dotado de un ocular micrométrico.

En algunas puestas se observaron huevos inviables que mostraban anomalías en su constitución y en su tamaño. La presencia de estos huevos hace pensar en una falta de maduración o en una salida prematura de óvulos debida a la actividad de los tratamientos hormonales.

7.2.-RESULTADOS

Los huevos de lenguado son flotantes, tienen forma esférica, no presentan ningún relieve en su superficie, son transparentes y presentan múltiples gotas lipídicas, de una tonalidad ligeramente amarillenta, unidas unas a otras formando una masa que se agrupa principalmente en la periferia. Su tamaño no excede de 1,0-1,2 mm. Son telolecitos, como en la mayoría de los peces. En cuanto a sus dimensiones, presentan una cierta variabilidad según las áreas y en relación también con la latitud. Esto puede apreciarse en la tabla 22, donde se exponen los datos de diferentes autores sobre los diámetros encontrados en los huevos de esta especie.

En los Teleosteos la fecundación en condiciones normales es monoespérmica y, una vez que ha tenido lugar este proceso el micropilo se hace muy estrecho para evitar la entrada de nuevos espermatozoides (BLAXTER, 1969). Después que ha penetrado el gameto masculino se produce una intensa actividad en el interior del huevo, pudiéndose observar cómo el corion se separa del ooplasma dando origen a la formación del espacio perivitelino. También ha habido casos de polispermia pero las causas no son conocidas. Por lo general estos huevos no llegan a superar el estado de blástula o gástrula. Este fenómeno se ha observado también en otras especies de peces (RAMOS, datos inéditos).

Los alveolos corticales (vestigios de las vesículas vitelinas) tienen un importante papel en el proceso de la fertilización y formación del espacio perivitelino en los huevos ya que existen en ellos ciertos coloides que mantienen la presión osmótica. Estos compuestos se originan a partir de los polisacáridos que quedan libres

al romperse los alvéolos corticales después de haberse efectuado la fecundación (ZANUY, 1975).

Los huevos recién fecundados acentúan la transparencia, apareciendo con nitidez las primeras divisiones en el polo animal mientras que el vitelo se encuentra más agrupado en el polo vegetativo. Las primeras divisiones celulares son muy rápidas de tal manera que las diferencias que se aprecian entre cada una de ellas son de media hora (Estados 1,2,3,4,5.-Fig.33).

A partir de este momento los blastómeros continúan dividiéndose profundamente, de modo que la formación del blastodisco se produce a las 10 horas de haberse iniciado la fertilización del huevo, observándose que el blastodisco está constituido por varias capas celulares con el anillo germinal visible. El espacio perivitelino ha aumentado de tamaño, sobre todo en la parte marginal (Estado 6.Fig.33).

La formación de la gástrula ocurría a las 15 horas, momento en que se aprecia un espesamiento mayor del disco de segmentación a causa de la invaginación de las células marginales (Estado 7.-Fig.33).

A las 18 horas después de la fecundación, el blastodisco cubre parte de la masa del vitelo, al tiempo que se produce un engrosamiento manifiesto del labio dorsal del anillo germinal (Estado 8.-Fig.33). El esbozo embrionario se forma a las 20 horas, la epibolia termina, aparece el tapón de vitelo y tiene lugar la neurulación (Estado 9.-Fig.33). A continuación este cuerpo embrionario se va haciendo más patente y se originan los primeros signos de formación de las cápsulas ópticas (Estado 10.-Fig.33).

TABLA-22

Características diferenciales de los huevos en diversas áreas muestreadas, según autores.

AUTORES	LOCALIZACION	DIAMETRO DE LOS HUEVOS (mm)
CUNNINGHAM	PLYMOUTH	1,47 - 1,51
RUSSELL	COSTAS BRITANICAS	1,00 - 1,60
McINTOSH y PRINCE	COSTAS BRITANICAS	1,30 - 1,50
FABRE-DOMERGUE y BIETRIX	COSTAS ATLANTICAS FRANCESAS	1,00 - 1,50
GIRIN	MAR DEL NORTE	1,34 - 1,50
FLUCHTER	MAR DEL NORTE	1,10 - 1,27
EHRENBAUM	MAR DEL NORTE	0,95 - 1,38
ARBAULT y LACROIX-BOUTIN	GOLFO DE GASCUÑA	0,95 - 1,38
BRASOLA	MAR ADRIATICO	1,10 - 1,20

Después de transcurridas 24 horas todavía persiste el tapón de vitelo. Asimismo se distinguen dos líneas longitudinales que delimiten la formación neural-axial en cuya parte anterior se origina una expansión en forma de bulbo a cuyos lados se sitúan las cámaras ópticas. En los extremos el espacio perivitelino es mayor. También aparecen los primeros miotomos o somites (Estado 11.-Fig.33). En la mayoría de los Teleosteos se ha puesto de manifiesto la presencia de una vesícula definida por KUPFER en 1868 y que recibe el nombre del autor. En general algunos autores citan una sola estructura cuyo significado no se conoce (JONES, 1972; ZANUY, 1975). ROSENTHAL y FONDS (1973) encuentran en Belone belone varias de estas vesículas y suponen que puedan realizar funciones metabólicas, ya que después del cierre del blastóporo se unen a los esbozos intestinales y hepáticos lo cual haría pensar, según estos autores, en la constitución de un sistema hepatopancreático en el embrión en desarrollo. El tapón de vitelo desaparece y en el embrión se distinguen varios miotomos o somites. La cabeza ha aumentado de tamaño y comienza a esbozarse el protocerebro (Estado 12.-Fig.33).

El embrión, a las 30 horas tiene ya de 9 a 10 miotomos y se aprecian multitud de melanóforos repartidos por la masa de vitelo. Las cápsulas ópticas están completamente formadas y el cerebro está diferenciado en sus tres partes y muy desarrollado (Estado 13.-Fig.33). A las 33 horas de la fecundación el embrión posee numerosos somites. El corazón, de forma cónica, late periódicamente y se observan ya movimientos del embrión. La cola aparece ligeramente lateral y despegada del vitelo. La vesícula de Kupfer no es visible. La pigmentación se hace más visible en determinadas zonas del cuerpo (Estado 14.Fig. 34). Unas horas después el embrión ocupa las dos terceras partes de la

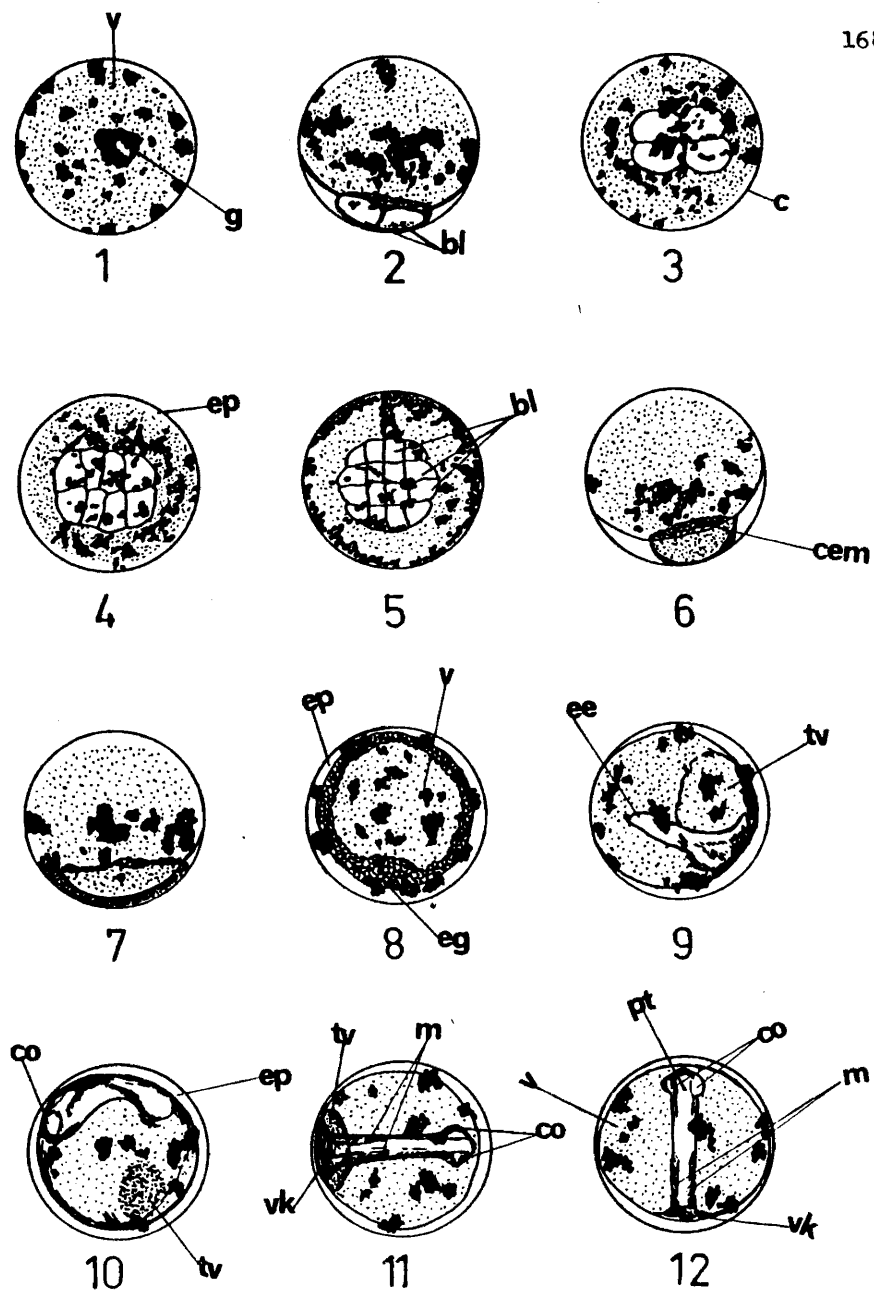


Fig.33

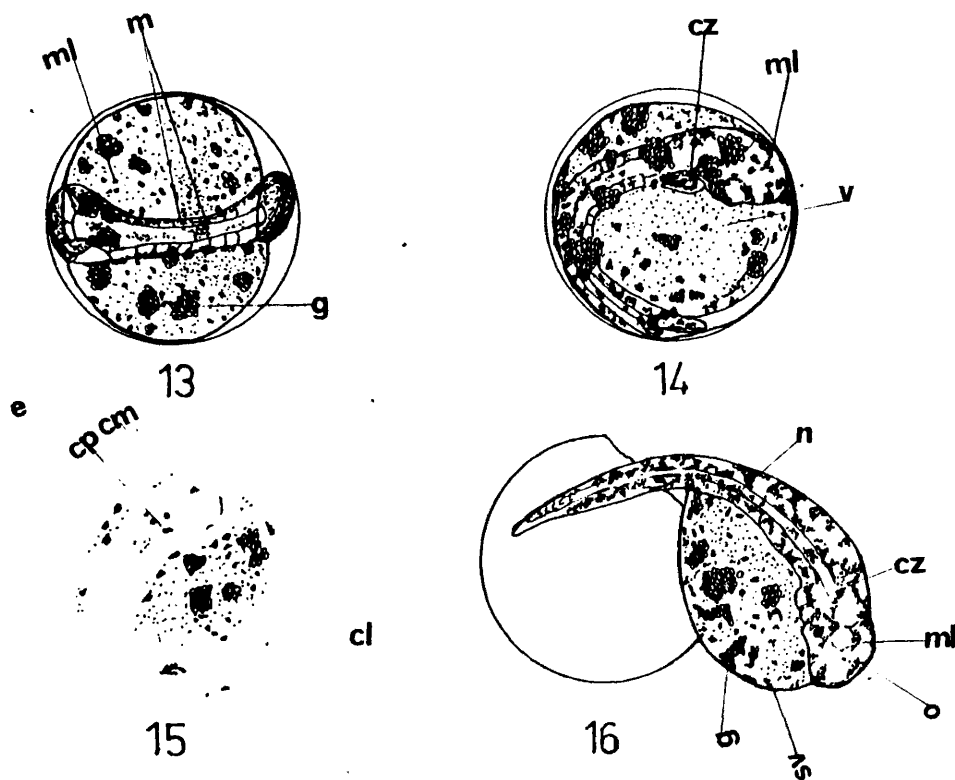


Fig.34.- Estados del desarrollo embrionario (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16)

v-Vitelo
g-Gotas lipídicas
bl-Blastómeros
c-Corion
ep-Espacio perivitelino
cem-Celulas marginales
eg-Engrosamiento del blastodisco
ee-Esbozo del embrión
tv-Tapón de vitelo
co-Cápsulas ópticas
vk-Vesícula de Kupffer

m-Mitomas
pt-Protocerebro
ml-Melanóforos
cz-Corazón embrionario
cl-Cola del embrión
ca-Prosencéfalo
cm-Mesencéfalo
cp-Romboencéfalo
o-Ojo
sv-Saco vitelino
n-Cuerda neural

circunferencia del huevo. Las pulsaciones del embrión se suceden más a menudo y de manera uniforme. En los ojos está ya formado el cristalino y en el sistema nervioso se diferencian el prosencéfalo, el mesencéfalo y el romboencéfalo (Estado 15.-Fig.34).

La salida de la larva tiene lugar a las 40 horas de haberse iniciado el desarrollo embrionario. Durante el proceso de eclusión la larva rompe el huevo con la cabeza, separándose del corion mediante fuertes sacudidas del cuerpo (Estado 16.-Fig.34). Este mecanismo tal vez sea debido a la disolución del corion por una enzima secretada por las glándulas situadas en la parte superior de la cabeza del embrión (HAGENMAIER, 1974).

La duración de este período de incubación está directamente relacionada con la temperatura. En la tabla 23 se exponen los datos de diferentes autores sobre la influencia de la temperatura en la duración del desarrollo embrionario.

TABLA - 23

Tiempo de incubación del huevo de lenguado (Solea solea) según temperaturas.

TEMPERATURA ° C	INCUBACION EN DIAS	AUTORES
6	21	SHELBOURNE
11-12	10-11	CUNNINGHAM
13-14	5-7	BUTLER
15	4	FLUCHTER
15	4	GIRIN
17	2,08	BRASOLA
19	2	FLUCHTER
20 ± 1	1,7	RAMOS

8.-ESTADO LARVARIO Y POSTLARVARIO

Las primeras descripciones de algunos aspectos del desarrollo larvario se deben a FABRE-DOMERGUE y BIETRIX (1905). Estos investigadores iniciaron sus estudios a partir de huevos recolectados en el mar. Posteriormente FLUCHTER (1965) observa diferentes estados de larvas a partir de huevos obtenidos de reproductores mantenidos en cautividad. En la presente contribución se pretende completar y aclarar las observaciones realizadas por los autores citados sobre la morfogénesis de los estados larvarios del lenguado (S. solea).

8.1.-MATERIAL Y METODOS

Las larvas estudiadas procedían de huevos obtenidos en reproductores maduros tratados con inyección de hormonas gonadotropas. La incubación de los mismos se efectuó en acuarios cilíndricos de 600 litros de capacidad, llenos de agua de mar tomada del puerto de Castellón y filtrada a través de lechos de arena y fibra de orlón. Estos recipientes disponían, en su parte superior, de lámparas para la iluminación nocturna. La descripción de las fases larvarias es el resultado de continuas observaciones efectuadas en años sucesivos. La temperatura del agua de los recipientes, en algunas experiencias, ha estado sometida a un determinado calentamiento mediante la utilización de resistencias eléctricas con termostato.

Las mediciones de las larvas se realizaban por medio de un microscopio binocular de disección WILD-M-5 provisto de un

ocular micrométrico. La dimensión utilizada era la longitud total, que venía definida como la distancia entre la parte anterior de la cabeza y el extremo final de la cola. En los casos en que se medía el saco vitelino se hacía a lo largo de su eje longitudinal. Antes de efectuar estas operaciones las larvas eran anestesiadas mediante la administración del producto químico MS-222 Sandoz, a una concentración de 0,12 g por litro de agua. Después se colocaban en una solución de formol al 5 % para su conservación.

La toma de muestras se llevaba a cabo diariamente con la ayuda de un tubo de vidrio, procurando que la captación de larvas tuviese lugar en distintos sitios y a profundidades diferentes dentro de la masa de agua del acuario. El número de individuos recolectados cada 24 horas era de 20 a 40, dependiendo de cómo fuese la distribución de las tallas.

8.2.-RESULTADOS

El desarrollo postnatal de los peces consta de tres fases: prelarval, larval y postlarval o alevín, según la terminología de BERTIN (1958) y ALESSIO (1975). Estos estados se encuentran perfectamente diferenciados entre sí desde el punto de vista anatómico, fisiológico y ecológico.

En la tabla 24 se exponen los resultados obtenidos durante el crecimiento postnatal del lenguado a temperaturas diferentes. Se observa que las larvas criadas a 23°C se desarrollaron con mayor rapidez que las que lo fueron a 19°C. La aceleración del proceso, como resultado del incremento de la temperatura, se explica fácilmente

ya que al elevarse la temperatura hay una aceleración de los mecanismos metabólicos y fisiológicos. No obstante, ambas temperaturas son muy adecuadas para esta especie puesto que las supervivencias observadas en los dos casos no presentan grandes diferencias.

8.2.1.-Estado prelarval

La larva recién nacida (Lámina XXX) tiene una talla media de $2 \pm 0,105$ mm. Presenta un abultado saco vitelino de longitud similar a la mitad de la talla de la larva. Las gotas lipídicas son numerosas y de dimensiones diferentes; carece del pigmento ocular así como de las aletas pectorales y la boca está cerrada. Posee una aleta embrionaria media o marginal que va desde la parte anterior de la cabeza hasta el ano y, desde éste, al saco vitelino; esta aleta es bastante ancha y está hinchada, siendo éste un carácter propio de los peces con huevos pelágicos (ZANUY, 1975). SHELBOURNE (1956) en Pleuronectes platessa observa cómo el vitelo, a medida que se va consumiendo, es transferido al espacio subdermal de esta estructura. La circulación vitelina está ausente mientras que es frecuente observarla en las larvas de peces de agua dulce. En los recipientes de cría se mantienen cerca de la superficie con el saco vitelino hacia arriba, dejándose arrastrar pasivamente por la corriente originada por la aireación inyectada en el acuario. Los melanóforos, aunque no son muy numerosos, suelen presentarse en la masa de vitelo y en la región ventral posterior. Se ha puesto de manifiesto la gran sensibilidad que posee ante condiciones físico-químicas adversas o ante agresiones mecánicas bruscas. Así, una agitación muy fuerte de agua causa malformaciones irreparables. La actividad lo-

comotriz que se aprecia es de tipo espasmótico, intermitente y no orientada. Los factores externos luz y temperatura no tienen ninguna influencia en su conducta. La alimentación durante esta fase se hace a expensas de las reservas contenidas en el saco de vitelo.

A las 24 horas de vida (Lámina XXXI) la prelarva ha crecido en longitud, alcanzando una talla de $2,6 \pm 0,349\text{mm}$ y su comportamiento ha variado mostrando una mayor actividad y agrupándose en zonas próximas a las paredes del tanque en donde no existe agitación en el agua. El vitelo se ha reducido ostensiblemente y equivale, aproximadamente, a la cuarta parte de la longitud del individuo. La pigmentación se hace más patente y está constituida por melánoforos que se distribuyen irregularmente a lo largo del cuerpo y de la vesícula vitelina. El aparato digestivo está ya esbozado. Aparece un surco nuchal transversal que delimita el metencéfalo y el mielencéfalo.

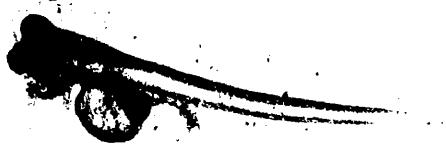
Cuando la prelarva tiene 2 o 3 días de edad (Láminas XXXII y XXXIII) su boca está en proceso de formación y todavía no es funcional. El vitelo se ha reducido extraordinariamente al igual que el número de gotas lipídicas. Los ojos van adquiriendo una disposición similar a la definitiva y el aparato digestivo está casi totalmente desarrollado, teniendo lugar la aparición de nuevas asas intestinales. El corazón presenta una diferenciación seno-atrial distinta a la ventricular. Los movimientos son más frecuentes y los estímulos físicos (luz, corriente, etc.) provocan una actividad natatoria de intensidad variable y sin una dirección predilecta. En cuanto a la pigmentación, los melánoforos se distribuyen preferentemente en la parte anterior del cuerpo de la larva y, de manera irregular, en las demás zonas del cuerpo.



Lámina XXX.-Prelarva de lenguado recién nacida.



Lámina XXXI.-Prelarva de lenguado de 24 horas de vida.



Lémina XXXII.—Prelarva de lenguado de dos días de edad.



Lémina XXXIII.—Prelarva de lenguado de tres días de edad.

8.2.2.-Fase larval

Este estado se inicia con la reabsorción total del vitelo por parte de la prelarva. Este proceso tiene lugar entre las 72 y las 96 horas, según sea la temperatura del agua de los acuarios. La larva se caracteriza por tener ya formados los ojos, las aletas pectorales, el tubo digestivo y la boca. Presenta una longitud aproximada de $3,12 \pm 0,841$ mm (Lámina XXXIV). La pigmentación es muy característica, presentando una tonalidad marrón debido a la presencia de gran número de cromatóforos; también hay melanóforos aunque en menor cantidad e irregularmente distribuidos. A partir de este momento la larva se alimenta por sí misma y efectúa movimientos natatorios muy activos e intermitentes que le permiten encontrar las partículas alimentarias transportadas por las corrientes creadas en el acuario donde se lleva a cabo la cría. Como alimento de las larvas hemos utilizado el rotífero Brachionus plicatilis a una concentración inicial de 10-15 individuos/ml, aumentando progresivamente esta cantidad hasta 20-25/ml. En el medio natural LEBOUR (1918a, 1919a y b, 1920b) ha encontrado en el tubo digestivo formas juveniles de copépodos, incrementándose el tamaño de presa a medida que crecía la larva. LAST (1977) encuentra además partículas inertes, tales como tintínidos, huevos de copépodos y dinoflagelados. Así pues, tal como se deduce de estos datos, no existe una dieta alimentaria característica en el estado larvario del lenguado.

Cuando la larva tiene 5 y 6 días de edad presenta tallas comprendidas entre $3,64 \pm 0,636$ y $3,70 \pm 0,426$ mm (Láminas XXXV y XXXVI). Presenta un mayor número de cromatóforos de forma estrellada a lo largo del cuerpo, siendo menos abundantes en las bases de las ale

tas. Este mismo fenómeno se observa con respecto a los melanóforos. La actividad natatoria de estas larvas es extraordinaria, moviéndose con gran rapidez, sobre todo en las zonas próximas a las paredes y al fondo del acuario de cría. En este momento incorporamos a su dieta el nauplius recién nacido del crustáceo branquiópodo Artemia salina a una concentración inicial de 5-8 individuos/ml. Diariamente es aumentada esta cantidad hasta alcanzar valores de 20-25 nauplius/ml. Este alimento es consumido con gran avidez por las larvas, hecho que se pone de manifiesto por la desaparición de estos organismos del medio y por la presencia de una tonalidad rojiza en el tubo digestivo de las larvas. También se observan los primeros esbozos de los radios de las aletas en especial los de la caudal.

Entre los días 8º y 9º después de la eclosión, las larvas tienen unas tallas medias de $4,98 \pm 0,214$ mm y $5,06 \pm 0,330$ mm (Láminas XXXVII y XXXVIII). La pigmentación del cuerpo se hace progresivamente más oscura. En cuanto a su comportamiento, ha variado con respecto a las etapas anteriores observando que gran cantidad de larvas, aún siendo todavía simétricas, están apoyadas lateralmente en el fondo del acuario. Esta conducta se modifica cuando la larva captura el alimento, adoptando entonces una posición vertical; en los casos en que hay escasez de comida suben a la superficie del tanque, donde se las encuentra junto a otras de pigmentación menos desarrollada. Los radios interespinosos están formados y empiezan a aparecer los primeros radios de las aletas dorsal y anal, mientras que los de la caudal están casi totalmente desarrollados. Se observa también la presencia de la vejiga natatoria. Aparecen pequeños cambios en los ojos, aunque persiste aún la simetría. RUSSELL (1976) describe este estado en larvas de

lenguado del Mar del Norte con dimensiones comprendidas entre 6-7 mm.

La asimetría de las larvas o metamorfosis comienza en los días 10º y 11º, cuando la talla media es de $5,39 \pm 0,980$ mm y $6,142 \pm 0,836$ mm. (Lámina XXXIX). Durante este período empiezan a diferenciarse los caracteres de adulto y tiene lugar la emigración del ojo izquierdo que pasa por debajo de la cabeza o a través de los tejidos que separan el cráneo de la aleta dorsal. Esta traslación entraña una modificación del quiasma óptico y de las órbitas oculares. Esta asimetría se acentúa por la emigración de una de las narinas, la deformación de la disposición de la boca, el desarrollo de la pigmentación en el lado dorsal y el cambio en la conducta de la larva, que pasa de ser pelágica a béntica. Se trata pues, en resumen, de un desarrollo indirecto con metamorfosis de corta duración.

Durante la fase larval se han podido observar, a lo largo del día, diferentes períodos de actividad alimentaria. FUCHS (1978) ha estudiado el efecto de diversos fotoperíodos (12, 18 y 24 horas de luz) en el crecimiento y supervivencia de las larvas hasta la metamorfosis y ha podido constatar una tasa de supervivencia parecida pero un mayor tamaño en los individuos criados en fotoperíodos más largos (18, 24 horas), lo que sugiere una alimentación diurna dominante. LAST (1977), sin embargo, establece un valor máximo en la captura de alimento, por parte de las larvas, en las horas anteriores al anochecer. Para la localización de las partículas alimentarias la larva de lenguado utiliza el sentido de la vista. BLAXTER (1975) y WALES (1975) han establecido que la visión en este estado larvario es imperfecta ya que la retina sólo está constituida por conos por lo que, para poder reconocer a las presas, necesitan un valor mínimo de intensidad lumíni



Lámina XXXIV.-Larva de lenguado de cuatro días de edad.



Lámina XXXV.-Larva de lenguado de cinco días de edad.



Lámina XXXVI.-Larva de lenguado de seis días de edad.

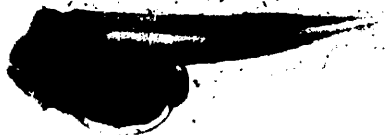


Lámina XXXVII.-Larva de lenguado de ocho días de edad.

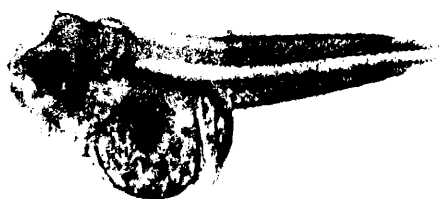


Lámina XXXVIII.—Larva de lenguado de nueve días de edad.



Lámina XXXIX.—Larva de lenguado en proceso de metamorfosis.

ca (1-10 lux). ROSENTHAL (1966) ha realizado diferentes ensayos para conocer el comportamiento y modo de nadar de la larva, pudiendo establecer la existencia de una proporción inversa entre la velocidad y la actividad natatoria.

8.2.3.-Estado postlarval

El proceso de la metamorfosis finaliza cuando han transcurrido 13-14 días desde que tuvo lugar la eclosión. En este momento las larvas alcanzan una talla media de $7,730 \pm 0,446$ mm (Lámina XL). Los aparatos circulatorio y branquial han adquirido ya una forma similar a la definitiva. El lado ciego está perfectamente desarrollado y con él se adhiere al sustrato del fondo del acuario o a las paredes del mismo. En algunos ejemplares se observaron anomalías morfológicas en la parte anterior de la cabeza, en especial la interrupción parcial del proceso emigratorio del ojo izquierdo (Lámina XLI). La pigmentación es oscura y uniforme a lo largo del lado dorsal y está ausente en el ventral, aunque se han apreciado algunos casos de alevines que presentaban dicha característica en ambos lados.

Los alevines de 16 y 21 días de edad tenían longitudes medias de $9,30 \pm 0,246$ mm y $11,9 \pm 1,044$ mm. La pigmentación es semejante a la de los ejemplares adultos manifestando ya un mimetismo más o menos acentuado; en la base de los radios de las aletas dorsal y anal existen zonas más claras o traslúcidas.

La alimentación en este estado ha estado constituida por metanauplius y nauplius de Artemia salina. LAST (1977) localizó en el tubo digestivo gran cantidad de organismos de zooplancton, ta

les como copépodos, larvas de moluscos y crustáceos, etc. La captación del alimento, durante este período, tiene lugar preferentemente en las horas de oscuridad, de manera que algunos autores han estudiado la influencia de fotoperíodos variables en el crecimiento durante estos estados juveniles, obteniendo resultados negativos en cuanto que no se apreciaban diferencias notables en las tallas de los especímenes, aunque sí se modificaba el comportamiento normal reduciendo o suprimiendo la fase de actividad (LAHAYE y DENIEL, 1976; FUCHS, 1978). FONDS (1975) analizó el efecto de la salinidad en alevines comprobando que las salinidades comprendidas entre 10-40 por mil no producen una ralentización en el crecimiento pero que éste decrece a 60 por mil; las temperaturas óptimas las estableció entre 5°-33,5°C.

Las postlarvas suelen permanecer gran parte del tiempo en el fondo del acuario y no lo abandonan para alimentarse. EHRENBAUM (1910a) señaló que había una escasa presencia de postlarvas en las pescas de plancton, con 9-11mm de tamaño. RUSSELL (1930a), por su parte, encontró este tipo de alevín en profundidades de 10-15 metros.

La supervivencia, a lo largo de estas experiencias ha sido del 81 % en todos los tanques utilizados para la realización del estudio. Resultados, en definitiva, muy satisfactorios si tenemos en cuenta que FLUCHTER (1965) y GIRIN (1974) consiguieron valores más bajos en un período de experimentación similar.



Lámina XL.-Alevín de lenguado.



Lámina XLI.-Juvenil de lenguado en el que se observa la interrupción parcial del proceso emigratorio del ojo izquierdo.

TABLA - 24

Crecimiento postnatal del lenguado (S. solea) según temperaturas.

23° C		19° C	
EDAD (días)	CRECIMIENTO (mm)	EDAD (días)	CRECIMIENTO (mm)
0	2,00 \pm 0,405	0	1,91 \pm 0,095
1	2,60 \pm 0,349	1	2,50 \pm 0,130
2	2,80 \pm 0,515	2	2,60 \pm 0,179
3	3,04 \pm 0,779	3	2,88 \pm 0,134
4	3,12 \pm 0,814	4	2,95 \pm 0,295
5	3,64 \pm 0,636	5	3,07 \pm 0,098
6	3,70 \pm 0,426	6	3,60 \pm 0,213
7	4,58 \pm 0,314	7	3,90 \pm 0,132
8	4,98 \pm 0,210	-	-
9	5,06 \pm 0,330	9	4,67 \pm 0,141
10	5,39 \pm 0,980	-	-
12	6,14 \pm 0,836	12	5,88 \pm 0,983
14	7,73 \pm 0,446	14	6,40 \pm 0,325
16	9,30 \pm 0,246	16	7,14 \pm 0,930
21	11,9 \pm 1,044	21	8,30 \pm 0,994

9.-EDAD Y CRECIMIENTO

La composición de edades y el crecimiento son las mediciones biológicas más importantes a considerar para seguir los cambios de la dinámica de las poblaciones de peces y su relación con la actividad pesquera. Debido a ello este problema ha preocupado a numerosos investigadores que han buscado métodos que permitan la estimación más ajustada de la edad y el crecimiento de los peces.

Diversas estructuras duras y de crecimiento cíclico, dentro del pez, han sido utilizadas para las diferentes estimaciones en los Teleósteos. Así, suelen emplearse las escamas, huesos, otolitos, vértebras, interopérculo, opérculo y cresta occipital. En estas estructuras se producen impresiones que nos definen el desarrollo del crecimiento, ya que este crecimiento en los peces no es continuo sino que se detiene por algún tiempo y, a continuación, se reanuda. Las marcas del crecimiento pueden estar relacionadas normalmente con las condiciones fisiológicas variables de cada individuo a lo largo del año. La gran ventaja del estudio de los ritmos de crecimiento es que, además de servirnos para reconocer la edad del pez, nos permiten saber retrospectivamente las longitudes pretéritas de cada pez a lo largo de las diversas etapas de su vida hasta su captura.

9.1.-METODO DE ESTUDIO

El material objeto del presente capítulo ha sido colectado en las capturas comerciales desembarcadas en el puerto de

Castellón durante los años 1976, 1977 y 1978. En total el número de ejemplares estudiados ha sido de 2.608, pero sólo en 365 especímenes se realizó la determinación de la edad.

De cada ejemplar de lenguado se extraía un grupo de escamas que siempre estaban situadas en el lado dorsal, en una zona próxima al opérculo y a la altura de la aleta dorsal. Estas escamas eran montadas posteriormente sobre portaobjetos a fin de medir el tamaño de las mismas, considerándose como tal la distancia desde el centro de la escama al borde superior de ésta. Para ello se ha utilizado un microscopio binocular de disección WILD-M-5 dotado de un ocular micrométrico. Como es sabido, las escamas tienen origen dérmico y naturaleza ósea, ya que poseen dos capas, la superior es ósea y la inferior fibrosa. Las escamas se originan en unas bolsas dérmicas en cuyos bordes se encuentran los osteoblastos que van formando periféricamente la capa ósea que posteriormente se calcifica. Poco después de formarse el borde óseo, por debajo de él se van depositando las laminillas fibrilares entre las cuales se forman las sales de calcio. La escama del lenguado es de tipo ctenoidea (Lámina XLII) y su tamaño es muy pequeño.

La determinación de la edad se ha llevado a cabo por medio de los otolitos. Estas estructuras consisten en tres piezas que se encuentran situadas en cada oído y a las que se denomina respectivamente, lapillus, sagitta y asteriscus. Lo más característico de ellas es que presentan un crecimiento concéntrico y discontinuo, formándose de manera simultánea capas opacas e hialinas relacionadas con las condiciones ambientales. Para el examen y medición de los otolitos se ha utilizado normalmente el más voluminoso de ellos, el sagitta, pero escogiendo siempre el correspondiente a la cámara óptica derecha (Lámina

XLIII); así se eliminan posibles diferencias debidas a variaciones existentes entre los otolitos de un mismo ejemplar. También se han tomado las siguientes medidas: anchura, longitud y peso del otolito, las primeras expresadas en mm y la segunda en mg. Para ello se ha empleado un calibrador y una balanza tipo Sartorius con una precisión de 0,0001 g.

La forma del otolito es más o menos lenticular, con un lado cóncavo y el otro convexo y con una cara de superficie lisa y otra con una cresta. Estructuralmente se compone de dos capas concéntricas, una con mucho carbonato cálcico y poca sustancia orgánica y la otra al contrario, dando a la observación un aspecto de zonas traslúcidas y opacas alternativamente.

La extracción del otolito del lenguado resultó ser muy fácil y cómoda, ya que levantando el basioccipital, mediante un corte de tijera por su parte posterior, quedaban al descubierto las cápsulas óticas. Después se limpiaban entre los dedos con agua o, en algunos casos, se introducían en una solución de amoníaco para quitar restos de materia orgánica. A continuación eran guardados en sobres de papel para su posterior estudio. La lectura de edades se ha realizado mediante un binocular e inmersos en xilol. En los casos en que el otolito presentaba un extraordinario desarrollo en grosor y hacía imposible su observación se adoptó la técnica utilizada por MØLLER CHRISTENSEN (1964) consistente en quemar el otolito hasta un determinado grado, fracturarlo por la mitad y montarlo sobre un portaobjetos observando a continuación la superficie de fractura, en donde queda de manifiesto la alternancia de capas blancas y negras, correspondientes a los períodos de mayor o menor crecimiento.

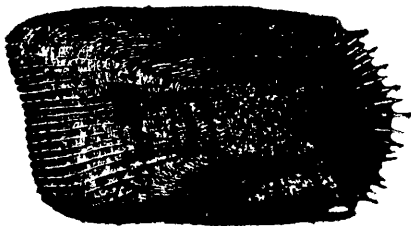


Lámina XLII.—Escama ctenoidea de lenguado (S. solea)



Lámina XLIII.—Otolitos de lenguado utilizados para la determinación de la edad.

La interpretación de la edad de los peces a través de los otolitos se basa en la formación anual de dos zonas, una opaca y otra traslúcida, cuyo desarrollo está relacionado con los meses de máximo o mínimo crecimiento. Para cada uno de los otolitos se anotó el número de zonas hialinas así como el carácter del borde, esto es, opaco o hialino. En la figura 35 se muestra el tanto por ciento de otolitos con borde opaco a lo largo del año, pudiéndose apreciar que los meses con mayor porcentaje son los de junio, julio y agosto. En cambio, los meses con mayor tanto por ciento de otolitos con borde hialino son los de noviembre, diciembre y enero.

9.2.-CRECIMIENTO EN LONGITUD

En la figura 36 hemos representado los porcentajes de frecuencia de las tallas de los ejemplares estudiados, agrupados en clases de 10 en 10 mm. Claramente se puede apreciar que el mayor número de individuos presenta longitudes comprendidas entre 260 y 340 mm.

Los resultados de las lecturas de las edades de los otolitos nos han permitido establecer la relación talla-edad, teniendo en cuenta el sexo de los individuos. A partir de estos datos se han podido calcular las longitudes medias de cada uno de los grupos de edad observados (tabla 26). A la vista de dichos valores se puede afirmar que el lenguado muestra una gran concordancia con otras especies de peces pleuronectiformes en donde, de manera general, suele presentarse un crecimiento en longitud más rápido en las hembras que en los machos. También debemos señalar que los valores hallados en esta población de lenguado presentan claras diferencias con los encontrados por otros auto-

TABLA - 26

Longitudes medias e intervalos observados en cada grupo de edad por sexos.

CLASES DE EDAD (años)	HEMBRAS			MACHOS		
	Nº	RANGO (mm)	MEDIA (mm)	Nº	RANGO (mm)	MEDIA (mm)
1	9	138-187	171,33	4	158-190	175,25
2	12	126-249	224,50	8	197-221	211,25
3	26	245-295	265,38	12	235-267	248,00
4	42	280-326	303,62	37	243-299	274,82
5	43	320-350	337,53	48	278-323	304,06
6	27	355-378	363,42	29	320-353	334,90
7	14	376-390	384,78	11	352-370	360,50
8	5	400-417	406,40			

TABLA - 28

Pesos medios e intervalos observados en cada grupo de edad, por sexos.

CLASES DE EDAD (años)	HEMBRAS			MACHOS		
	Nº	RANGO (g)	MEDIA (g)	Nº	RANGO (g)	MEDIA (g)
1	9	16-57	38,78	4	24-50	39,75
2	12	57-115	86,33	8	55-92	72,75
3	26	102-180	143,57	12	85-160	111,25
4	42	155-280	225,14	37	90-220	158,28
5	43	245-450	331,72	48	180-298	217,24
6	27	340-686	432,38	29	250-345	302,76
7	14	385-605	488,84	11	320-425	384,27
8	5	325-620	582,00			

TABLA - 27

Diferentes datos obtenidos sobre el crecimiento del lenguado según distintos autores. Las tallas vienen expresadas en cm.

AUTOR	HEMBRAS						
	TALLAS MEDIAS						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
BOEREMA Y STAM		20,1	26,2	29,3	32,2	35,5	
BOUGIS	8,0	18,2	24,3	29,2	32,2	34,9	
BUCKMANN		19,0	26,0	30,0	34,0	36,4	
GHIRARDELLI ⁺	16,8	21,4	23,9	25,6	33,1		
HEMANS	13,2	19,0	25,5	29,7	32,0	35,5	
MARGETTS ⁺			29,0	33,0	36,0	39,0	
MØLLER CHRISTENSEN		19,6	25,4	30,3	34,5	38,1	41,2
TESH	9,0	18,0	25,0	32,0	35,0		

AUTOR	MACHOS						
	TALLAS MEDIAS						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
BOEREMA Y STAM		19,8	24,5	27,6	30,2	32,1	
BOUGIS	8,0	18,4	23,0	26,4	28,4	30,2	
BUCKMANN		19,0	24,4	27,8	30,0	32,0	
GHIRARDELLI ⁺	16,8	21,4	23,9	25,6	33,1		
HEMANS		19,4	24,1	27,2	30,5		
MARGETTS ⁺			29,0	33,0	36,0	39,0	
MØLLER CHRISTENSEN		18,4	23,5	27,6	30,7	33,3	35,2
TESH	9,0	18,0	25,0	28,0	32,5	35,5	

⁺ : datos relativos a las tallas medias de machos + hembras.

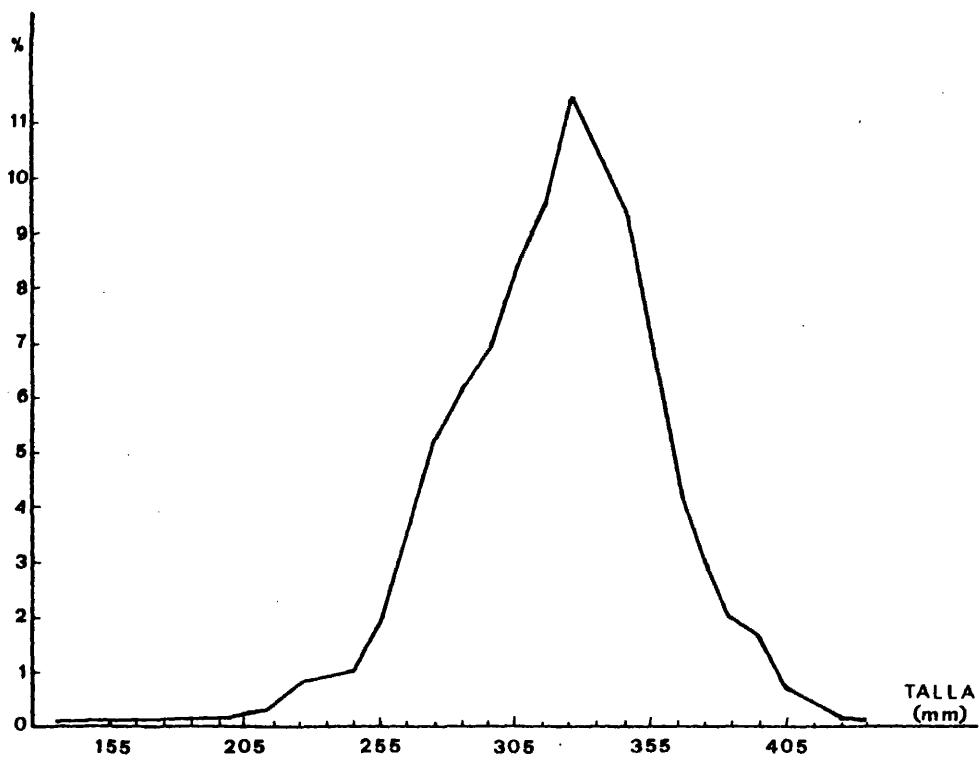


Fig. 36 - Distribución de las tallas de los ejemplares estudiados.

res (Tabla 27).

En la distribución por grupos de edad se ha observado que la mayor cantidad de datos corresponde a las clases de tallas con 4,5 y 6 años, siendo la edad de 5 años la que más ampliamente está representada en ambos sexos, alcanzando el 32 % en las hembras y el 24% en los machos. También parece ser que la duración de la vida es mayor en las hembras que en los machos, ya que se han estudiado hembras de lenguado con edades comprendidas entre 1 y 9 años, mientras que entre los machos sólo se han podido ver individuos cuyas edades oscilaban entre 1 y 7 años. Por tanto, en esta especie, como en otras muchas pertenecientes al orden de los Pleuronectiformes, las hembras presentan mayor longevidad que los machos (Fig.37).

La relación entre la longitud de la escama y la talla del pez, como muestra la figura 38, se ha representado por medio de una nube de puntos en la que cada uno de ellos representa la relación existente en cada pez estudiado. Como puede observarse la dispersión de los valores es muy discreta y se adapta claramente a una recta de regresión cuya ecuación es $y = ax + b$, donde y es la longitud de la escama, x es la talla del pez y a y b son constantes. En este caso la ecuación, calculada por el método de los mínimos cuadrados, es la siguiente:

$$y = 0,01137 x - 0,90985696 \quad r = 0,85$$

El valor de b resulta ser negativo.

La interpretación de esta constante ha sido muy discutida. En un principio se creyó que representaba a la talla del pez en la que aparecen las escamas. Sin embargo, LARRAÑETA(1967), ZUNIGA(1967) y SUAUI(1970) han señalado que el valor de b no tiene un significado biológico sino que se trata simplemente de un dato matemático.

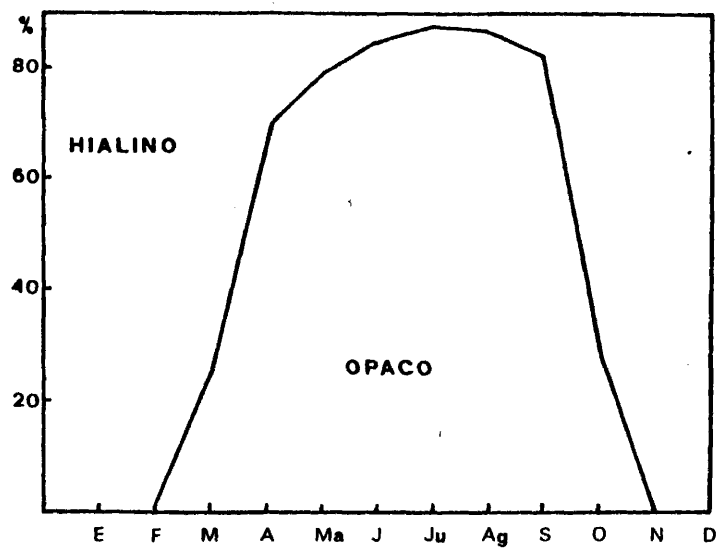


Fig. 35- Porcentaje mensual de otolitos con el borde opaco o hialino.

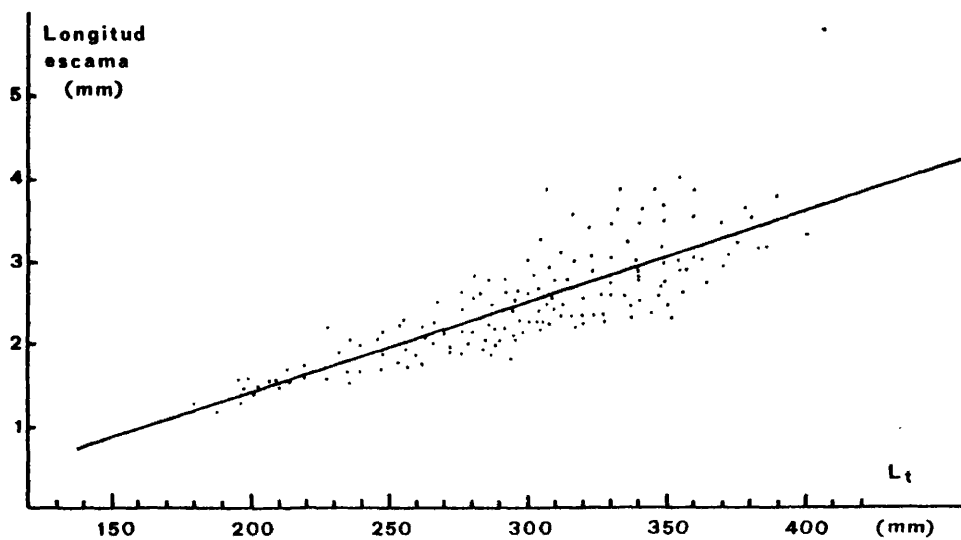


Fig. 38- Relación longitud escama - talla pez.

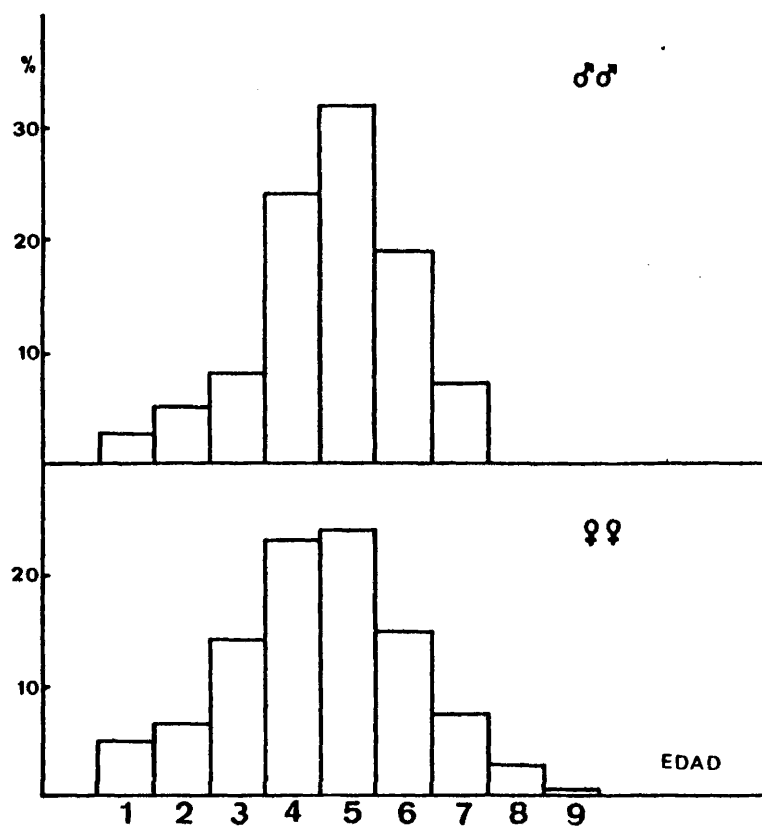


Fig.37- Composición por edades y sexos de la población de lenguados estudiada.

9.3.-CRECIMIENTO EN PESO

La distribución de las frecuencias de los pesos a lo largo en que se realizó el estudio ha quedado gráficamente representado en la figura 39, donde se han señalado los diferentes tantos por ciento de los pesos de los ejemplares agrupados de 10 en 10 g. Se observa la existencia de un mayor número de datos en los pesos comprendidos entre 140 y 290 g. A partir de estos datos se han calculado las medias de cada uno de los grupos de edad (Tabla 28).

Una vez que se conoce el peso que corresponde a cada clase de talla, mediante la relación talla-peso, deducimos el crecimiento en peso. Esta función es de tipo exponencial ya que se trata de la relación existente entre una dimensión lineal y otra cúbica. Su forma de expresión es la siguiente:

$$p = a l^k$$

siendo p el peso, l la talla y a y k coeficientes. El coeficiente k es una constante característica de la población estudiada y suele ser un número próximo a tres; el coeficiente a depende de las unidades de longitud empleadas (LARRAÑETA, 1967). En nuestros datos la longitud total viene expresada en mm y el peso en g, tanto del pez entero como desviscerado (sin gónadas ni aparato digestivo).

Para resolver estos cálculos hemos recurrido a la transformación logarítmica:

$$\log p = \log a + k \log l$$

con lo que se tiene una ecuación lineal. Las curvas correspondientes a estos datos (Fig. 40), cuyas ecuaciones han sido halladas por el método de los mínimos cuadrados, son las siguientes:

TABLA - 29

Talla y peso a cada edad y crecimiento instantáneo en peso.

CLASES DE EDAD(años)	TALLA (mm)	CRECIMIENTO EN PESO			
		ABSOLUTO(g)		INSTANTANEO(k)	
		TOTAL	DESVISGERADO	TOTAL	DESVISGERADO
1	173,29	39,26	36,94	0,70605	0,67083
2	217,87	79,54	72,25	0,47115	0,55829
3	256,69	127,41	126,27	0,40857	0,36273
4	289,22	191,71	181,48	0,35889	0,38704
5	320,80	274,48	267,25	0,29203	0,28384
6	349,16	367,57	354,97	0,17198	0,18709
7	372,64	436,55	428,00	0,28756	0,25784
8	406,40	582,00	553,89		
9	420,00 [†]	568,00 [†]	519,25 [†]		

[†]: valor obtenido en un solo ejemplar de lenguado.

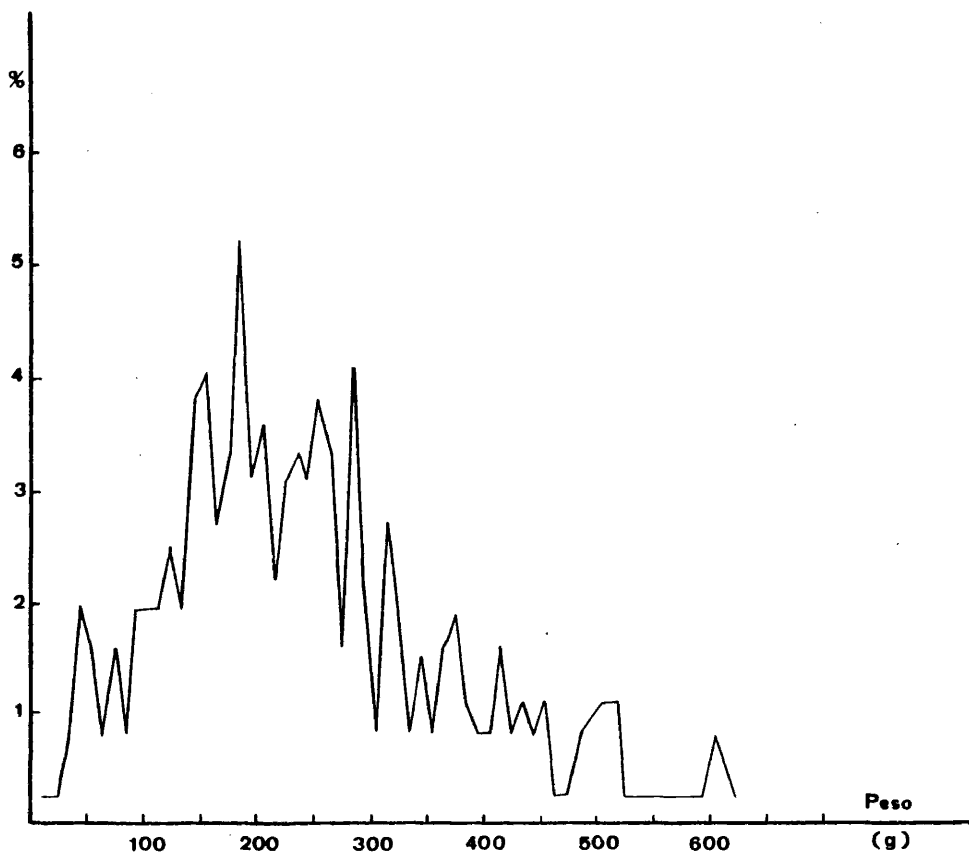


Fig.39.- Distribución de los pesos de los ejemplares estudiados.

$$p = 2,10615 \times 10^{-6} 13,227724 \text{ en las hembras}$$

$$p = 3,03967 \times 10^{-6} 13,159517 \text{ en los machos.}$$

En caso de considerar los pesos desviscerados (Fig.41) se obtienen las expresiones matemáticas:

$$p = 5,471212 \times 10^{-6} 13,043075 \text{ en las hembras}$$

$$p = 2,372248 \times 10^{-6} 13,2214036 \text{ en los machos.}$$

Resolviendo estas ecuaciones mediante la sustitución del log 1 por los valores correspondientes a cada edad, podemos conocer el peso correspondiente a cada período, como muestra la tabla 29. También se indican los incrementos instantáneos del peso en cada intervalo, los cuales se deducen de la siguiente manera:

$$\frac{dp}{dt} = kp$$

siendo k el coeficiente de crecimiento; integrando tenemos que :

$p_t = p_0 e^{kt}$, de modo que $\log_e p_t = \log_e p_0 + kt$, de donde:

$$k = \frac{\log_e p_t - \log_e p_0}{t}$$

siendo p_t el peso al final del intervalo considerado, p_0 el peso inicial y t la duración del intervalo. Esta constante nos servirá para conocer el crecimiento entre dos edades.

9.4.-CRECIMIENTO RELATIVO

El crecimiento de diversas partes del cuerpo en relación con la talla total ha sido objeto de numerosos estudios en los peces. Entre ellos podemos citar los de BAS (1964b), BAS y MORALES (1969) y RODRIGUEZ RODA (1957). Este estudio permite saber las variaciones de

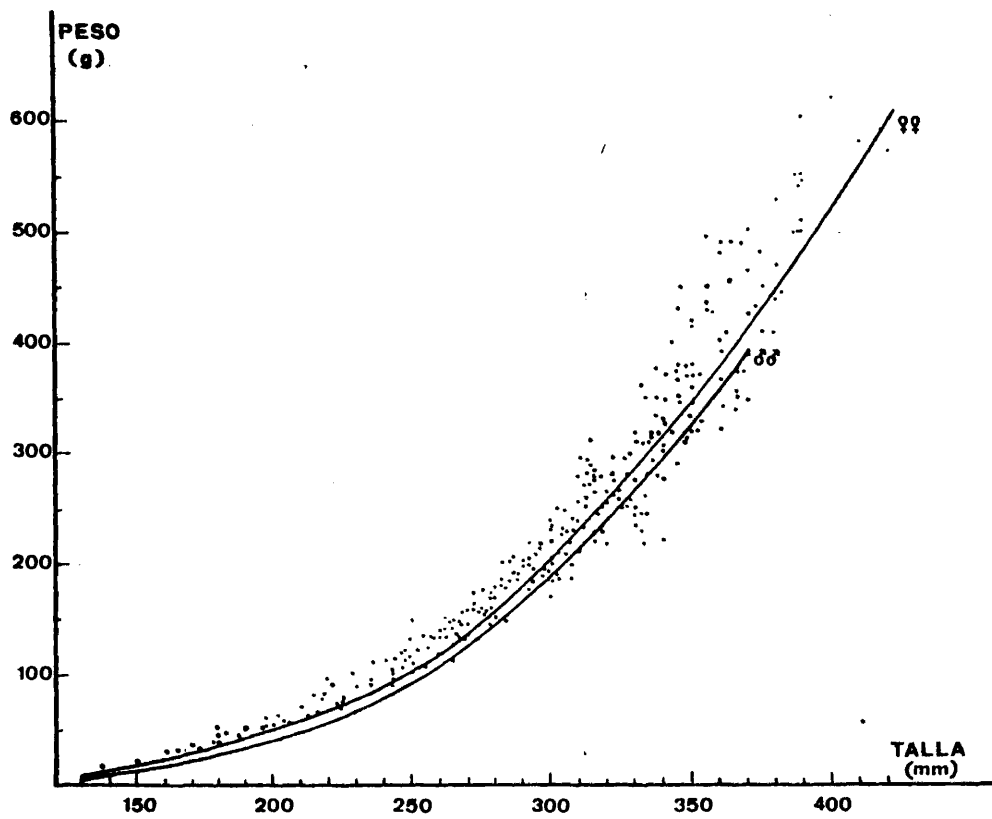


Fig.40-Relación talla total-peso total.

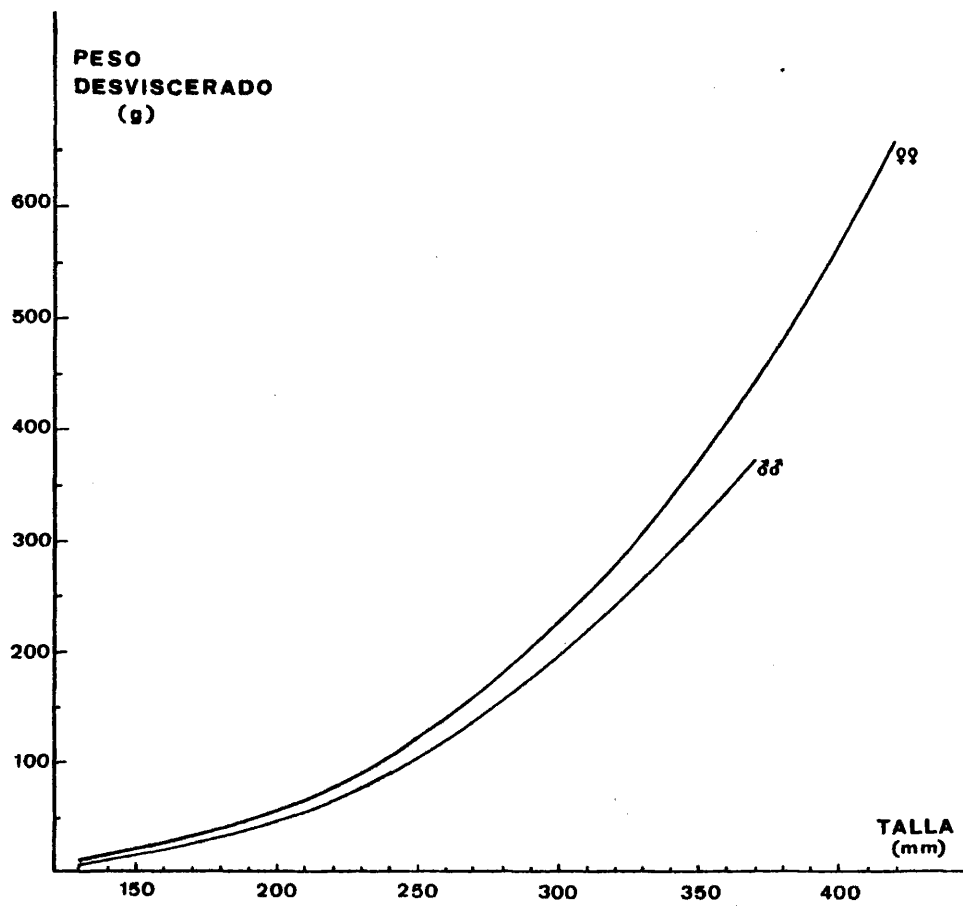


Fig.41- Relación talla total- peso desviscerado.

la forma de cuerpo a lo largo de la vida del pez, pudiéndose diferenciar unas poblaciones de otras.

La fórmula utilizada en estos casos ha sido la propuesta por HUXLEY (1932) para representar la relación alométrica, por ser la más adecuada y la que de manera más simple y elemental nos representa la relación entre las medidas que se comparan. Este tipo de función es del tipo exponencial:

$$y = a x^k.$$

En esta ecuación la verdadera significación corresponde a k , constante que mide la relación entre las dimensiones que se estudian. En general, x es la longitud total. Para facilitar los cálculos, siempre se trabaja con valores logarítmicos con lo que las curvas se transforman en líneas rectas. En estas investigaciones no se utiliza nunca el valor de a .

El valor de cada dimensión para cada uno de los índices ha sido señalado sobre un eje de coordenadas, con el fin de que la nube de puntos nos revelara los posibles cambios de pendiente de la línea determinada por ellos. Los valores reales han sido transformados en logaritmos y se han calculado las líneas de regresión.

La relación talla total-talla zoológica o estandar presenta una nube de puntos y una distribución de los logaritmos de los valores medios, que nos pone de manifiesto la presencia de una línea continua, sin variación en la pendiente. La ecuación de esta línea fue:

$$y = 0,039382908 \cdot x^{0,9970}.$$

El índice alométrico es casi igual a 1, lo que equivale a decir que ambas medidas crecen proporcionalmente.

La relación talla total-longitud aleta dorsal tie-

ne como expresión matemática la forma:

$$y = 0,01769226 \cdot x^{0,983670155}$$

lo que equivale a una pequeña alometría negativa, es decir, que esta aleta aumenta más lentamente que la talla total.

En la relación talla total-longitud aleta anal se deduce la ecuación siguiente:

$$y = 0,010008782 \cdot x^{0,964771417}$$

Parece ser que la aleta anal crece menos que la longitud total del pez. Estas mismas características se van acentuando en las otras medidas halladas y definidas por las siguientes relaciones:

$$\text{talla total-altura del cuerpo: } y = 0,075735067 \cdot x^{0,81844}$$

$$\text{talla total-longitud cabeza: } y = 0,0327906 \cdot x^{0,6170}$$

$$\text{talla total-longitud mandíbula inferior: } y = 0,0391859621 \cdot x^{0,5224}.$$

9.5.-EXPRESION MATEMATICA DEL CRECIMIENTO

La representación gráfica del crecimiento de los peces viene definida por una curva sigmoidea en la que la primera parte abarca los estados embrionario, larval y primeras fases del pez; en la segunda parte es en la que se estudia el crecimiento propiamente dicho y la expresión matemática, según BRODY (1957 y 1945; cita en RICKER 1958), es:

$$l_t = B - C e^{-kt}$$

donde l es la talla, t la edad, B y C son constantes que representan longitudes y k es una constante que nos indica la razón del cambio en

el crecimiento en longitud con respecto a la edad. Como t aumenta indefinidamente y B es la longitud máxima, resulta que t tiende a B . Luego si sustituimos B por L_{∞} , se obtiene la ecuación de VON BERTALANFFY (BEVERTON y HOLT 1957):

$$l_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

donde l_t es la longitud del pez a la edad t , L_{∞} es la longitud máxima teórica que puede llegar a alcanzar, t_0 es la edad teórica en que la longitud del pez es cero. La determinación de los parámetros L_{∞} y k de la anterior ecuación se ha realizado a partir del método de WALFORD, haciendo $t = t + 1$ y $K = e^{-k}$, obteniéndose la fórmula:

$$l_{t+1} = L_{\infty} (1-K) + K l_t$$

y como esta ecuación se corresponde con una recta, por el método de los mínimos cuadrados se podrán deducir los distintos valores. Si representamos en un sistema de coordenadas los valores de l_{t+1} y l_t , la recta interpolada a los puntos hallados corta a la bisectriz de los ejes en un punto y el valor será la talla L_{∞} . El valor medio de L_{∞} a través de esta gráfica de WALFORD, representada en la figura 42, ha sido de 464 para las hembras y de 388 en los machos. Una vez conocidos estos valores puede calcularse t_0 , conociendo k y L_{∞} , GULLAND (1964) obtiene la siguiente expresión:

$$t_0 = t + \frac{1}{k} \ln \frac{L_{\infty} - l_t}{L_{\infty}}$$

aplicándose a diferentes edades esta fórmula, pero con preferencia entre los peces jóvenes reclutados y calculando la media de los valores hallados.

La curva teórica del crecimiento en peso fue obte-

nida de la ecuación de VON BERTALANFFY, reemplazando los valores de l_t y L_{∞} en la ecuación del crecimiento en longitud, de tal manera que la expresión quedó de la forma siguiente:

$$p_t = P_{\infty} \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right]^n$$

en donde p_t es el peso a la edad t , P_{∞} es el peso máximo teórico que puede alcanzar el pez, k y t_0 son los mismos parámetros de la ecuación anterior del crecimiento en longitud, y n es una constante que procede de la ecuación que relaciona la talla y el peso del pez; dicha fórmula tiene la forma exponencial:

$$p_t = a L_t^n$$

A partir de la relación talla-peso se pueden calcular los valores de P_{∞} .

De acuerdo con los datos obtenidos hemos calculado la ecuación de VON BERTALANFFY, de modo que podemos proponer como ecuación de crecimiento en longitud de los lenguados de las costas de Castellón las siguientes expresiones matemáticas:

$$l_t = 464 \left[1 - e^{-0,2248(t+0,7489)} \right] \quad \text{en las hembras;}$$

$$l_t = 388 \left[1 - e^{-0,24608(t+1,0850)} \right] \quad \text{en los machos.}$$

Las ecuaciones correspondientes al crecimiento teórico en peso han quedado de la forma siguiente:

$$p_t = 851 \left[1 - e^{-0,2248(t+0,7498)} \right]^{3,227724} \quad \text{en las hembras,}$$

$$p_t = 459 \left[1 - e^{-0,24608(t+1,0550)} \right]^{3,159517} \quad \text{en los machos.}$$

El cálculo de la edad límite ha sido calculado por TAYLOR (1958a) y está representado por:

$$A_{0,95} = \frac{2,996}{k} + t_0$$

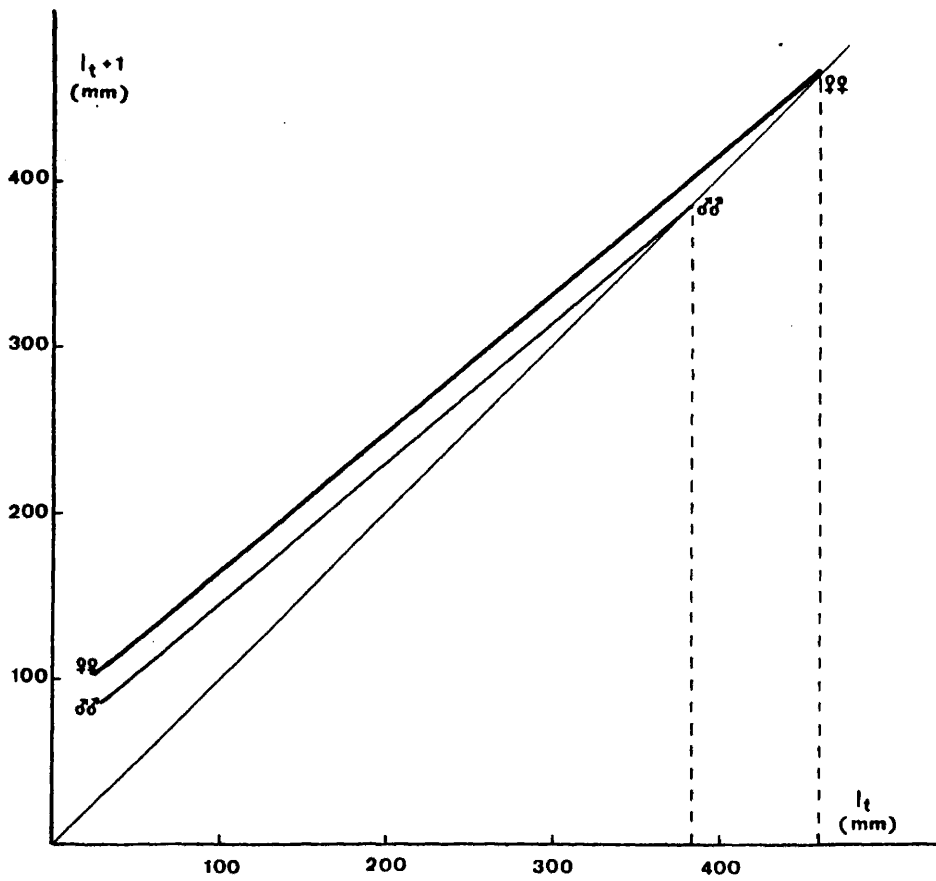


Fig.42-Gráfica de WALFORD indicando los valores medios del crecimiento límite según sexos.

pudiendo ser interpretado como el valor de t en la ecuación de crecimiento, cuando se ha alcanzado el 95 % de L_{∞} , y donde k y t_0 son los parámetros de dicha ecuación. Aplicando esta relación obtenemos para las hembras el valor de $A_{0,95} = 12,5$ años y para los machos 11,01 años.

9.6.-CRECIMIENTO DEL OTOLITO

El desarrollo del otolito a lo largo de la vida del pez ha sido observado comparando los diferentes valores de tamaño, anchura y peso del otolito con respecto a la talla de cada uno de los ejemplares de lenguado muestreados durante este estudio. Los datos obtenidos en el conjunto de otolitos examinados muestran un campo de variación en longitud de 2 a 6,3 mm, en anchura de 2 a 5 mm y en peso de 4,2 a 65,67 g. La longitud de los individuos ha estado comprendida entre 138 y 420 mm. La relación existente entre el tamaño y la anchura del otolito con la longitud total se ha puesto de manifiesto en las gráficas de las figuras 43 y 44, donde además se señalan las ecuaciones lineales de las rectas representadas y las nubes de puntos observados. La relación entre el peso del otolito y la talla del pez se adapta claramente a una función exponencial; aplicando el método de mínimos cuadrados hemos obtenido la ecuación:

$$y = 0,8478281 \cdot x^{0,53950} \quad r = 0,90 \quad (\text{Fig. 45}).$$

También se ha calculado la relación entre la talla del otolito y su anchura, como se puede apreciar en la figura 46, donde la nube de puntos nos define una cierta proporcionalidad entre ambas características. En la relación entre la talla y el peso del otolito

(Fig. 47) se ha obtenido un valor del índice alométrico k igual a 2,390. Dicho valor es muy elevado y nos ha definido el tipo de relación existente entre los dos variables. La fórmula matemática encontrada es de la forma:

$$y = 0,2524 \cdot x^{2,38955} \quad r = 0,85$$

siendo y el peso (mg) y x la longitud del otolito (mm). BAS y MORALES (1966) han sugerido que la existencia de materiales pesados en el otolito elevan el valor de este índice y han llegado a observar claramente un aumento de peso durante el período de crecimiento rápido (primavera-verano) siendo por tanto el índice alométrico superior al de la época de crecimiento menos intenso (otoño-invierno). Luego parece lógico que el valor del índice alométrico sea un punto intermedio entre los dos valores calculados en las distintas fases de desarrollo.

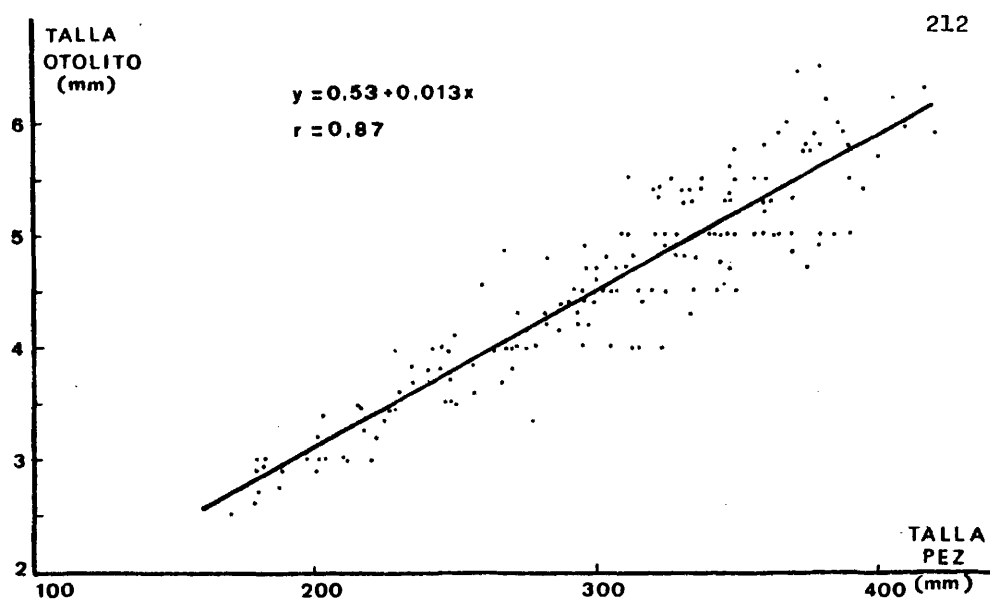


Fig.43- Relación talla otolito-talla pez.

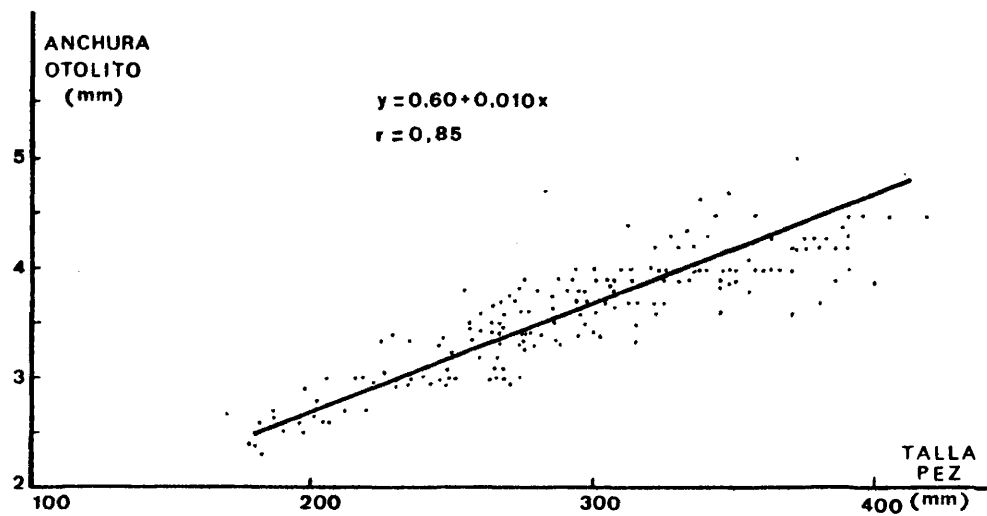


Fig.44- Relación anchura otolito-talla pez.

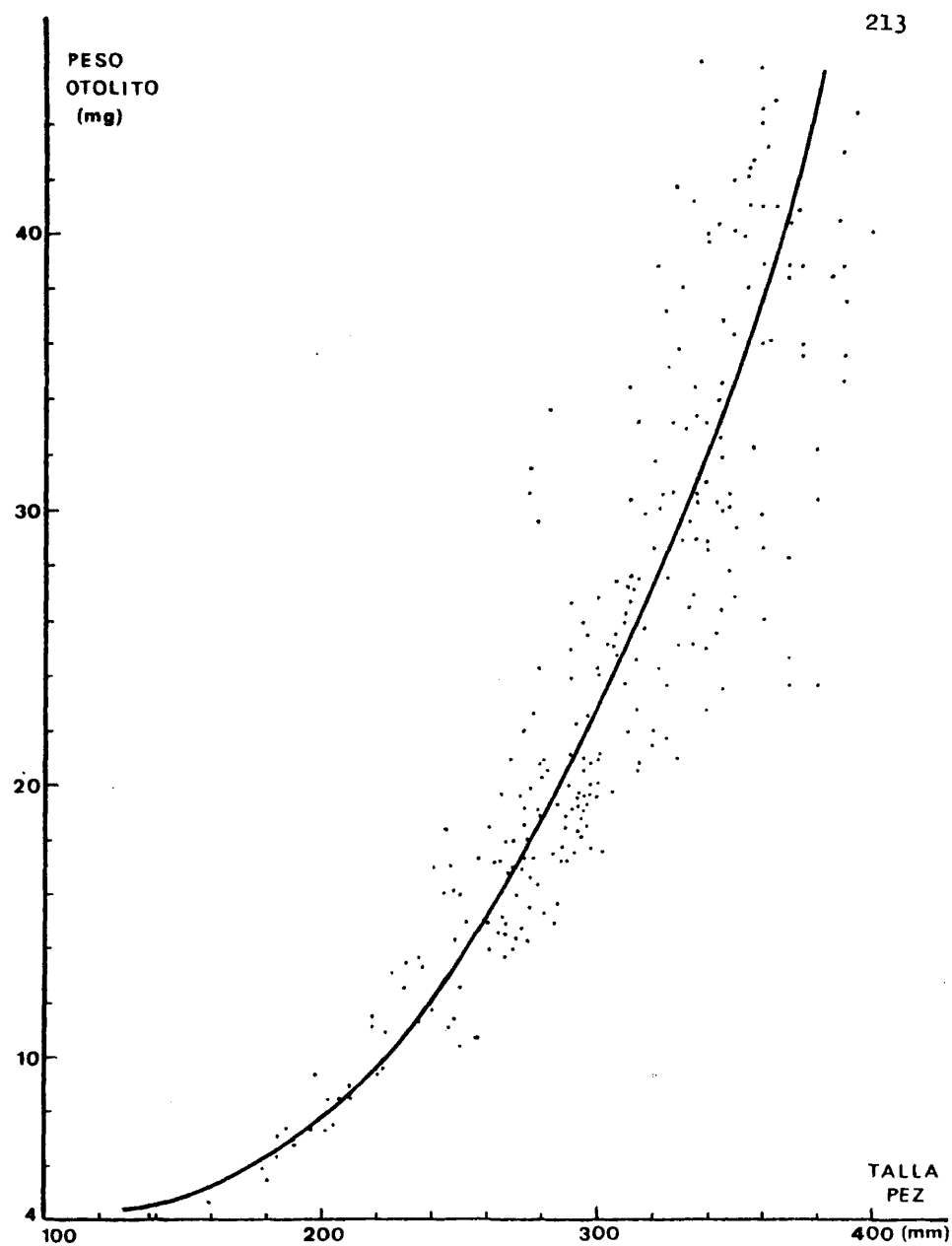


Fig.45-Relación peso otolito-talla pez.

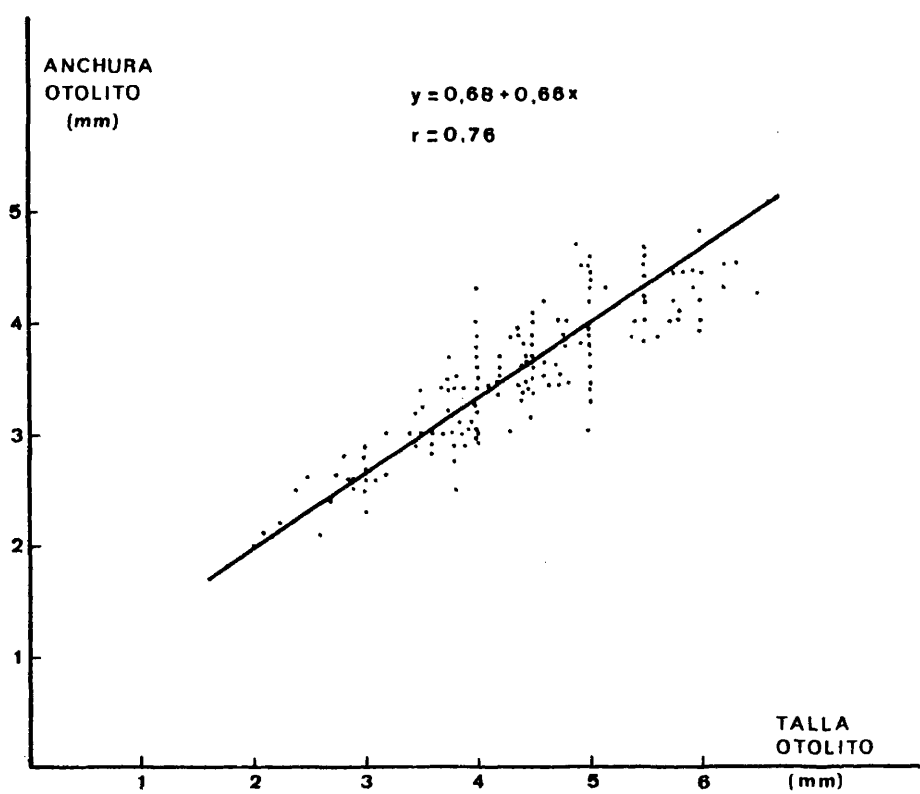


Fig.46-Relación anchura otolito - talla otolito.

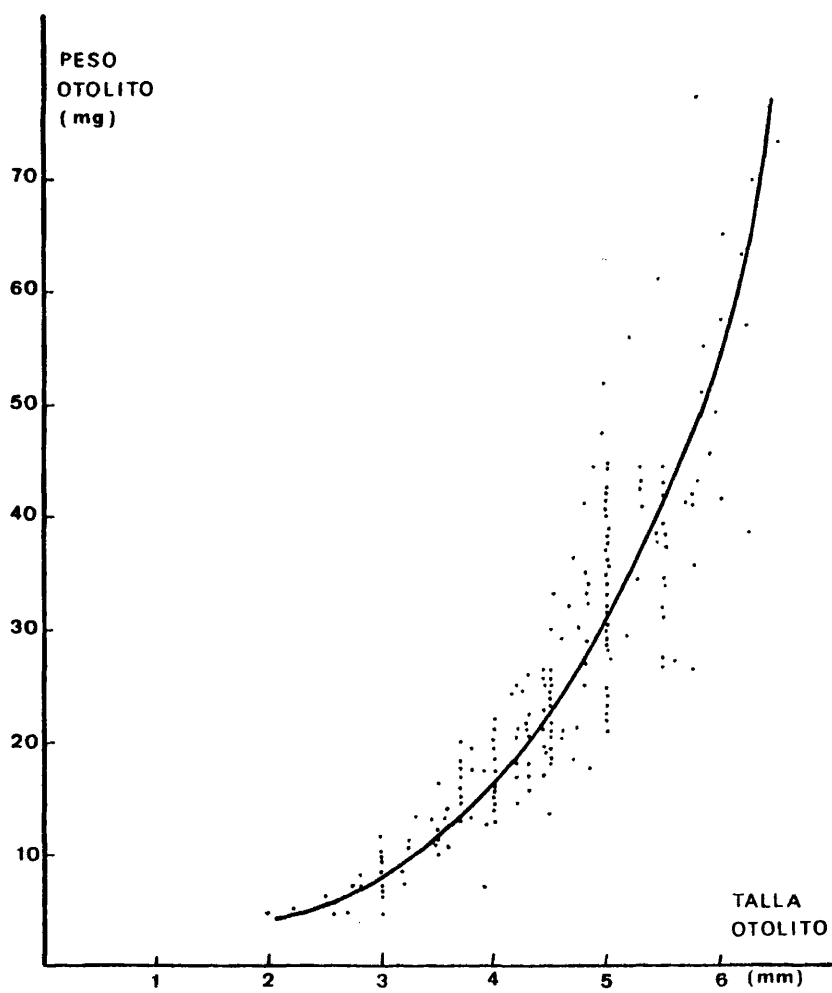


Fig.47-Relación peso otolito - talla otolito.

10.-COMPORTAMIENTO DEL LENGUADO (S. solea L.) EN CAUTIVIDAD

Algunas especies de Pleuronectiformes han despertado un gran interés desde el punto de vista etológico. Por lo que se refiere al lenguado, cabe decir que el primer trabajo que estudia con amplitud determinados aspectos de su conducta, en diferentes condiciones de cautividad, se debe a KHUUK (1963). Posteriormente DE GROOT, en 1969, recopiló todos los datos publicados por diferentes autores que habían observado pautas de comportamiento en diversas especies de peces planos, tanto en su hábitat natural como en medios artificiales creados en el laboratorio.

En el presente trabajo, entre otros detalles, incluimos observaciones sobre la conducta del lenguado que deberán ser tenidas en cuenta en orden a la utilización de los medios adecuados para su captura, ya que tanto las características físicas como mecánicas de las artes de pesca han de estar directamente relacionadas con el comportamiento de las especies a las que se quiere capturar.

10.1.-PERIODOS DE ACTIVIDAD EN EL LENGUADO (S. solea L.)

Los estudios se han realizado en acuarios con diferentes capacidades y formas, y contruidos con materiales distintos. En general, la aclimatación de las especies en ambientes artificiales presenta ciertas dificultades, algunas de las cuales derivan de los efectos traumatizantes causados por la captura y transporte de los ejemplares. Sin embargo, el lenguado, una vez que supera esta fase, se adapta

muy satisfactoriamente a las condiciones de cautividad.

Esta especie de pez es esencialmente nocturna, pasando la mayor parte del día enterrado en la capa de arena del fondo del acuario, permitiendo ver únicamente la mitad de la boca, uno de los órganos nasales y los ojos. El período de actividad del lenguado se inicia cuando empieza a anochecer, momento en que sale de la arena y realiza movimientos muy lentos, sin abandonar nunca el fondo del acuario. Como en este momento se les suministraba el alimento, los ejemplares buscaban la comida y la ingerían (Fig. 48). A continuación, cuando ya no había luz solar, empezaban a nadar activamente efectuando dos tipos de movimientos: uno ascendente hasta alcanzar la superficie del agua, y otro recorriendo, a diferentes profundidades, la totalidad del recipiente. Para desplazarse en la masa de agua utiliza activamente los radios de las aletas caudal y dorsal (Lámina XLIV). En ocasiones, se ha observado que algunos especímenes se ocultan en la arena después de haber ingerido el alimento, aún durante las horas nocturnas. Al amanecer se inician los procesos de enterramiento en la arena. Según KRUUK (1963) suelen ocultarse en la misma depresión que se originó al salir de la capa de arena en el momento de iniciarse el período activo. Estas pautas de conducta han sido también estudiadas por VERHEIJEN y DE GROOT (1967) y por DE GROOT y SCHUYF (1967). Estos últimos, aplicando un método de voltaje inducido generado por una espiral fija situada en el fondo o cerca de él, llegaron a registrar los movimientos que realizaban diferentes especies de peces planos durante el transcurso del día, pudiendo incluso diferenciar entre actividad alimentaria y natatoria. KRUUK (1963) muestra que el lenguado tiene varios períodos de actividad: uno que estaría comprendido entre el atardecer y las 23,00 horas; el segundo al-

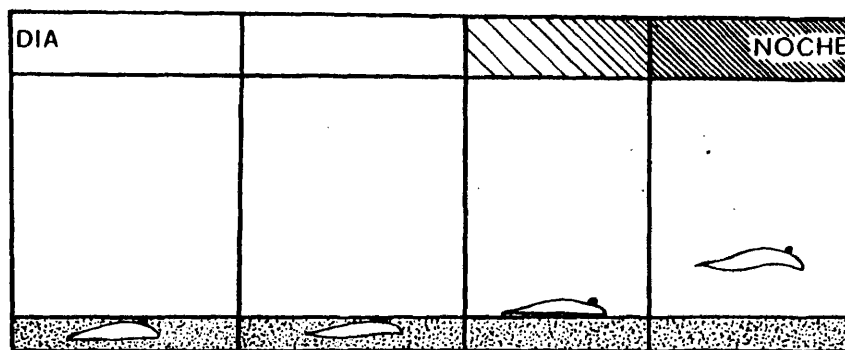


Fig.48-Periodos de actividad del lenguado en cautividad.

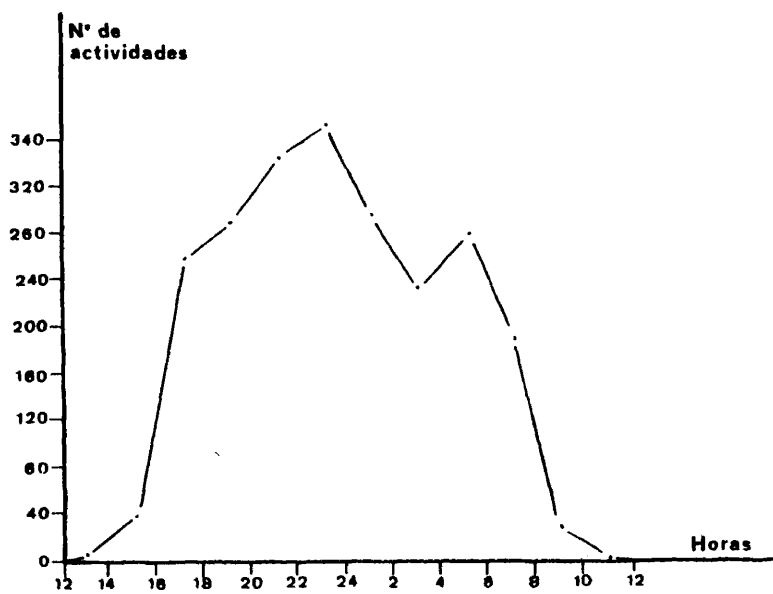


Fig.49-Variaciones observadas en el numero de actividades del lenguado durante 24 horas.

canzaría su máximo alrededor de las 5,00 horas; a partir de este momento se inicia un rápido decrecimiento de la actividad hasta llegar a las 8,30 horas (Fig.49). BOEREMA (1964) ha observado estos ciclos de actividad en la población natural estudiando, de manera comparativa, a lo largo del día, la cantidad de lenguados capturados por los diferentes artes de pesca.

En algunas ocasiones se ha apreciado que no todos los individuos de esta especie permanecen ocultos en las horas de luz, sino que algunos ejemplares están al descubierto aunque no dan muestras de actividad, pero si se produce una alteración del medio se entierran rápidamente en la arena.

Cuando finaliza el período de actividad el lenguado se oculta en la capa de arena silícea de 5-8 cm de espesor que se encuentra situada en el fondo del acuario. Para ello el lenguado se afianza fuertemente en la arena hundiéndose en la misma mediante bruscas sacudidas de la cabeza y ayudándose con activos movimientos verticales de los radios de las aletas dorsal y anal, originándose un surco debajo del cuerpo y unos acúmulos de arena en las partes laterales de los mismos. Esta serie de movimientos de enterramiento se suceden de manera muy rápida, teniendo una duración de pocos segundos (Fig. 50 y Láminas XLV, XLVI, XLVII). Al final de esta operación sólo veremos la mitad de la boca, una narina y los ojos; en algunas ocasiones, cuando la capa de arena colocada en el fondo del acuario es muy delgada, se pueden ver parte de la cola y parte del lado dorsal.

Para conocer el efecto de un arte de arrastre sobre la zona donde se encuentra oculto el lenguado, hemos tocado la arena notando que, si el estímulo mecánico es débil y lo realizamos en un

corto espacio de tiempo, se advierte un ligero movimiento en la arena con hundimiento parcial de la misma. Esto es señal evidente de que el ejemplar ha profundizado más. Si la alteración a que le sometemos es más intensa y duradera, se produce un salto brusco del pez, alejándose rápidamente del lugar en que se encontraba y ocultándose, de manera muy activa, en una nueva zona del acuario. KRUUK (1963) ha establecido que cuando la intensidad de luz alcanza un mínimo de $0,35 \text{ erg/cm}^2/\text{seg}$, el lenguado se oculta en la capa de arena.

En la figura 51 se exponen, de manera esquemática, las pautas de conducta observadas cuando se inicia el período de actividad. El lenguado, antes de realizar los movimientos natatorios usuales y una vez que queda al descubierto, recorre una pequeña distancia en la superficie de la arena llevando consigo todavía una capa de granos de arena. Seguidamente eleva la cabeza y el resto del cuerpo describiendo un arco en el agua, momento en el que se desprende de dicha capa. A continuación se apoya en el fondo del acuario hasta que efectúa una mayor actividad natatoria.

10.2-DISCUSION Y CONCLUSIONES

La mayoría de los investigadores que han estudiado el lenguado (S. solea L.) en cautividad o en el medio natural, han señalado el comportamiento nocturno de esta especie, permaneciendo oculto en los fondos limosos o arenosos durante las horas diurnas. En las primeras observaciones realizadas sobre el análisis de las pautas de conducta, se ha apreciado la existencia de ciertos ritmos de actividad a lo largo del día, siendo más frecuentes a medida que decrece la

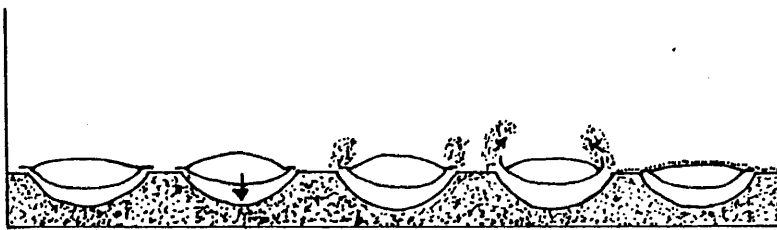


Fig. 50- Esquema, en sección sagital, de los movimientos que realiza el lenguado para ocultarse en la arena.

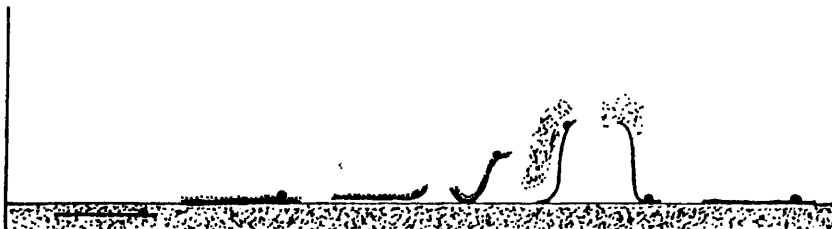


Fig. 51- Representación gráfica del inicio del período de actividad del lenguado.

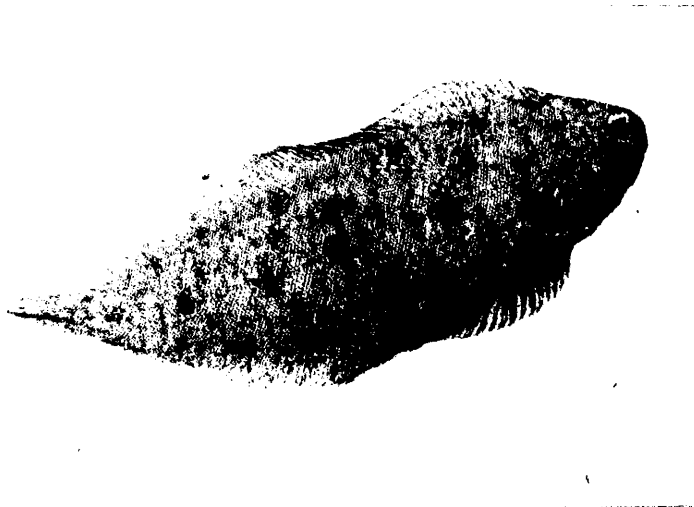


Lámina XLIV.-Desplazamiento del lenguado mediante el movimiento ondulatorio de los radios de las aletas dorsal y anal.

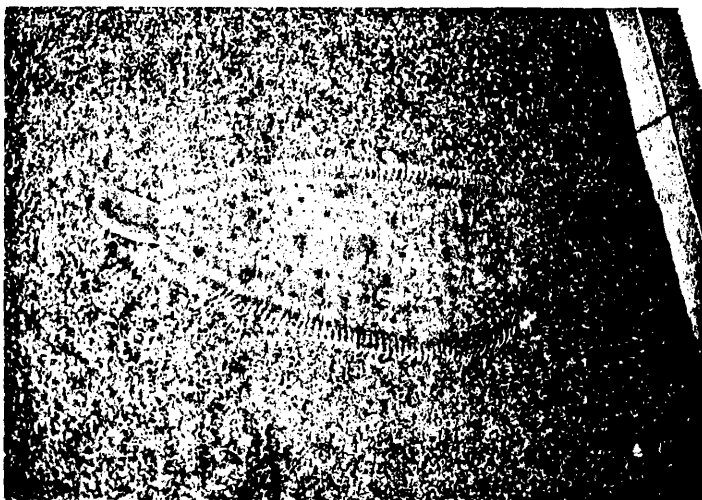


Lámina XLV.-Ejemplar de lenguado en el fondo del acuario antes de enterrarse en la arena.

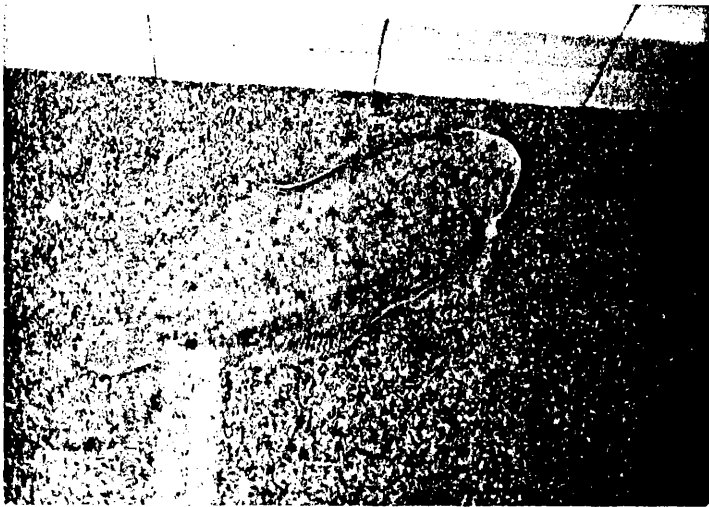


Lámina XLVI.-Ejemplar de lenguado ocultándose en la capa de arena del fondo del acuario.

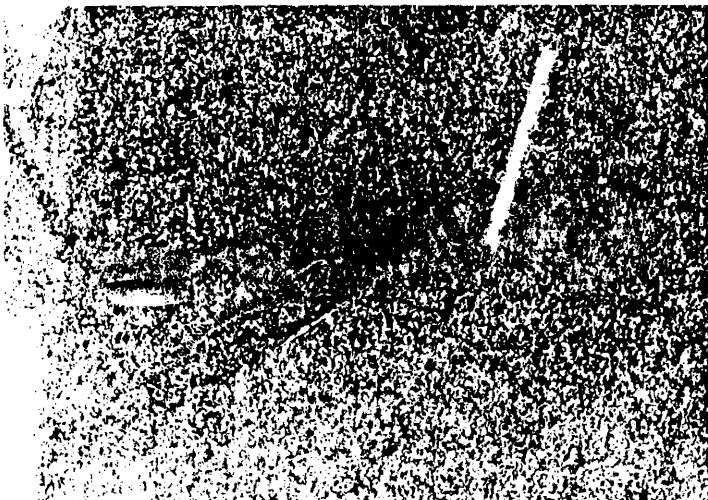


Lámina XLVII.-Ejemplar de lenguado casi totalmente enterrado en la arena.

luz solar, momento en que los ejemplares salen de la capa de arena en que se encontraban inmersos e inician continuos movimientos natatorios en los acuarios. A la vista de estos resultados se podría pensar que la luz es un factor decisivo para desencadenar los procesos que regulan el comportamiento de esta especie, pero KRUUK (1963) ha sugerido la presencia de ciertos ciclos internos de actividad ya que, sometiendo a diferentes lotes de individuos de lenguado a condiciones variables de luz tales como : oscuridad total, luz continua y ciclos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad total, observó, durante el tiempo de experimentación, ritmos de actividad aunque éstos, en algunos casos, fueran discordantes.

El desplazamiento del lenguado en los acuarios se realiza mediante movimientos ondulatorios de las aletas dorsal y anal. DE VEEN (1967) ha descrito este fenómeno cuando, en épocas de puesta, emigra desde aguas profundas a zonas costeras, pudiendo observar cómo nada en la superficie o cerca de ella, durante la noche, y aprovechando que las corrientes marinas van en dirección NE, ESE o S. Esto sugiere la presencia de dos tipos de orientaciones: una sería la selección adecuada de la corriente marina y, una vez alcanza la superficie, una orientación del cuerpo independientemente de la corriente.

También se ha puesto de manifiesto la extraordinaria resistencia de esta especie a diferentes condiciones de cautividad y su gran adaptabilidad a variaciones bruscas del medio. EL ZARKA (1963) observó una gran supervivencia en un stock de lenguados trasladados desde el Mediterráneo a un lago en el interior de Egipto, donde la salinidad fluctuaba entre 19 y 29 por mil y llegando a tolerar temperaturas desde 16° a 34°C. WOODHEAD (1964a, b, c) ha establecido que esta es-

pecie en el Mar del Norte tiene como temperatura letal 2°C, a partir de la cual se produce una gran mortalidad.

III. CONCLUSIONES

I. Fisiología de la reproducción

I.1.-La hormona gonadotropa GCH (Gonadotropina coriónica humana) no tiene ninguna influencia sobre las primeras fases del crecimiento ovocitario. Su acción es tanto más activa cuanto mayor sea el crecimiento alcanzado por las gónadas.

I.2.-La PSM (Gonadotropina sérica folículoestimulante, obtenida del suero de yeguas grávidas) desencadena y mantiene la vitelogénesis, pero no la ovulación. Sin embargo, no se tienen datos suficientes como para confirmar la actividad de dicha hormona en los procesos madurativos de las gónadas.

I.3.-La aplicación conjunta de la GCH y de la PSM es capaz de estimular la vitelogénesis hasta la ovoposición. Esto sugiere que la PSM puede actuar a nivel de la maduración oocitaria y que la GCH mantiene y activa las últimas fases de la vitelogénesis así como la ovulación.

I.4.-La eficacia de un tratamiento hormonal, sea cual sea su naturaleza, está en relación: 1º) con la madurez sexual del reproductor, siendo tanto más activo cuanto más próxima está la época de puesta; 2º) con el contenido gonadotrópico de la sustancia aplicada y 3º) con el buen estado y aclimatación a las condiciones de cautividad del genitor.

I.5.-El lenguado (S. solea L.) se encuentra situado en el grupo de peces en el que el desarrollo de los ovocitos es del tipo asincrónico. Se caracteriza por presentar un período de puesta más o menos prolongado y por tener lugar la emisión de los huevos en sucesivas etapas.

I.6.-Durante el proceso de la ovogénesis se han podido observar cambios graduales en la estructura del núcleo, citoplasma y dimensiones de los oocitos, los cuales nos han permitido diferenciar seis estados madurativos a los que hemos denominado A, B, C, D, E y F.

I.7.-El lenguado (S. solea L.) tiene un ciclo anual de puesta muy definido, de manera que cada una de las fases del mismo está caracterizada por la presencia de un determinado tipo de oocito: 1) oocitos carentes de vitelo, o primera fase de crecimiento, (estados A, B y C), que aparecen en los ovarios en todos los meses del año; 2) ovocitos con mayor o menor cantidad de vitelo, o segunda fase de crecimiento (estados D, E y F), presentes en los ovarios únicamente durante la prepuesta y puesta; 3) oocitos próximos a la ovulación, cuya presencia es exclusiva del período de freza o poco antes de que se produzca la misma.

I.8.-Las oogonias están presentes durante todo el año en los ovarios, siendo más frecuentes durante la puesta y postpuesta. Se encuentran distribuidas irregularmente por la gónada, aisladas o formando quistes.

I.9.-Durante la primera fase de crecimiento se producen muchas transformaciones nucleares y nucleolares. El citoplasma y los correspondientes tipos de oocitos experimentan un gradual crecimiento.

I.10.-En la segunda fase de crecimiento se han podido distinguir tres tipos de inclusiones vitelínicas: vesículas de vitelo, gránulos de vitelo y gotas lipídicas.

I.11.-La aparición y crecimiento de la zona radiada o pelúcida de los oocitos tiene lugar a lo largo de la segunda fase de crecimiento.

I.12.-El estado atrénico se caracteriza por la reabsorción más

o menos rápida, de los oocitos en segunda fase de crecimiento y que no han sido emitidos en las sucesivas puestas. La fagocitosis y digestión de la zona radiada e inclusiones vitelinas parece ser que la llevan a cabo las células de la granulosa del folículo.

I.13.-Los oocitos, en el ovario de S. solea, se originan a partir de divisiones mitóticas de las células del epitelio germinal.

I.-14.-En el testículo de S. solea se ha podido identificar la presencia de las células de Leydig, las cuales se disponen de manera individual o formando grupos pequeños en los espacios intertubulares.

I.15.-Las células de Sertoli han sido observadas en el ápice y en el interior de los túbulos testiculares. Durante la espermatogénesis estas células van separando las distintas células germinales que se van originando.

I.-16.-En la postpuesta se ha apreciado la presencia de material de tipo necrótico como consecuencia de la degeneración celular que se produce en los quistes testiculares.

I.-17.-Durante la espermatogénesis, en los túbulos testiculares, se han observado los siguientes tipos celulares germinales: espermátogonias, espermátocitos primarios, secundarios, espermátidas y espermatozoides.

I.18.-Los espermatozoides están presentes en los túbulos testiculares de langosta entre los meses de octubre y marzo, encontrándose también, aunque de manera residual, en abril y mayo.

II. Biología del lenguado (*S. solea* L.)

II.1.-Se ha observado, por vez primera, la presencia de la especie *Solea senegalensis* Kaup en las costas del Mediterráneo occidental próximas a Castellón.

II.2.-Entre los caracteres específicos que separan a *S. senegalensis* de *S. solea* se pueden citar los siguientes: la longitud del tubo nasal del lado ocular, las dimensiones y posición de la narina posterior del mismo lado, el número y tamaño de las escamas, la forma de la aleta pectoral, el desarrollo de la membrana del último radio de las aletas dorsal y anal y el crecimiento de los ejemplares.

II.3.-La zona estudiada se corresponde con el sector de la plataforma costera situada en el Mediterráneo occidental y que se extiende desde el paralelo 39° 46', por debajo de la desembocadura del Ebro, hasta el 40° 15', frente a la localidad de Moncófar, y desde el meridiano 0° 10'W hasta el 0° 20'E. La obtención de los ejemplares de lenguado ha tenido lugar por medio de dos artes de pesca: trasmallo y arrastre.

II.4.-La distribución del conjunto de muestras obtenidas ha sido realizada mediante la agrupación por clases de tallas de 10 en 10mm, teniendo en cuenta la profundidad y el mes en que fueron capturadas. Se ha observado la presencia, en fondos poco profundos, de ejemplares de pequeño tamaño; a medida que aumenta la profundidad hay una mayor abundancia de tallas medianas y grandes.

II.5.-Se han estudiado las dimensiones del cuerpo de los ejemplares de lenguado para conocer aspectos tales como:

- 1) la morfología del lenguado (*S. solea*) de las costas próximas a Castellón;
- 2) la influencia del sexo en dicha morfología;

3) el cálculo de índices que nos definan las proporciones del cuerpo de los especímenes estudiados.

II.6.-Los valores de los índices determinados para establecer la relación entre la longitud de la cabeza, la mandíbula inferior y la altura del cuerpo, con respecto a la longitud total, han presentado un dimorfismo sexual más o menos acentuado, siendo más elevados en las hembras que en los machos.

II.7.-El lenguado (*S. solea*) de las costas próximas a Castellón presenta un índice de vacuidad medio del 85,41 %. Durante la época de maduración sexual y puesta hay una ralentización de la actividad alimentaria.

II.8.-Las presas más frecuentes en los estómagos de los lenguados son los Anélidos ($f=67,34$), seguidos de los Crustáceos ($f=42,35$) y, de forma secundaria, los moluscos ($f=21,19$).

II.9.-El índice de frecuencia según especies se ha distribuido de la forma siguiente: el poliqueto *Sternaspis* sp ($f=15,38$), el crustáceo *Goneoplax rhomboides* ($f=7,69$), el molusco *Turritella* sp ($f=5,76$) y el pez *Callionymus maculatus* ($f=5,76$).

II.10.-La evolución del régimen alimentario en función de la talla muestra que los especímenes más pequeños se alimentan de poliquetos. A medida que crece el depredador, las presas aumentan en tamaño, número y variabilidad.

II.11.-Las variaciones mensuales cualitativas y cuantitativas de la dieta alimentaria han puesto de manifiesto la presencia de Anélidos a lo largo de todo el año. Los Crustáceos alcanzan los valores máximos en los meses de primavera, verano y otoño.

II.12.-El lenguado se alimenta en las horas nocturnas y para la

localización de las presas utiliza el olfato conjuntamente con el sentido de la vista.

II.13.-La evolución mensual del índice gonosomático (IGS) ha sido significativa para la interpretación de las fases madurativas en el lenguado. En el mes de septiembre se inicia el desarrollo gonadal, llegando este proceso hasta enero, mes en que el IGS alcanza su valor máximo. La puesta tiene lugar preferentemente en febrero y marzo, pero en algunos casos se han encontrado especímenes realizando la freza en enero y abril. El resto de los meses se corresponden con los estados de post-puesta y reposo.

II.14.-Los valores del índice gonosomático (IGS) presentan fluctuaciones individuales muy acentuadas, en especial en las hembras donde el IGS alcanza mayor magnitud que en los machos. El aumento observado en el peso de las gónadas es más importante en las hembras que en los machos y estos caracteres se acentúan a medida que va aumentando la longitud de los ejemplares.

II.15.-Las variaciones mensuales del índice hepatosomático (IHS) han puesto de manifiesto la existencia de un cierto paralelismo con respecto a lo observado con el índice gonosomático, aunque los máximos valores no coincidan. Las fluctuaciones apreciadas en el peso del hígado a lo largo del año, han sido muy pequeñas.

II.16.-La evolución mensual del índice de condición, comparada con la del índice gonosomático, nos ha demostrado la existencia de una cierta relación inversa entre ambos índices.

II.17.-La fecundidad absoluta en esta especie presenta diferencias muy acentuadas en relación al cómputo total de huevos, pudiéndose observar que el número de huevos está en función de la talla del repro-

ductor.

II.18.-En el estudio de la relación maduración-longitud, se ha establecido la clase 270 mm como la talla mínima en la que se presenta un mayor número de ejemplares maduros.

II.19.-En el estudio de la proporción de sexos con respecto a las tallas se observa un claro predominio de las hembras a partir de 300 mm, desde donde hay un incremento gradual en el número de éstas y una disminución en el porcentaje de machos. En cuanto a la distribución mensual de los sexos, se ha puesto de manifiesto la existencia de un pequeño incremento en el número de machos durante el período que abarca la época de puesta.

II.20.-El lenguado realiza sus puestas durante la noche. Los huevos son flotantes, tienen forma esférica, no presentan ningún relieve en su superficie, son transparentes y contienen gotas lipídicas, de una tonalidad ligeramente amarillenta, unidas unas a otras formando una masa que se distribuye preferentemente en zonas periféricas. El tamaño está comprendido entre 1,0 y 1,2 mm.

II.21.-Las principales fases del desarrollo embrionario, a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ y tomando como hora cero el huevo recién fecundado, son las siguientes:

<u>Horas</u>	<u>Características más importantes</u>
4	Formación del blastodisco.
10	Observación de los primeros signos de epibolia.
15	Estado de gástrula.
18	Engrosamiento del labio dorsal del anillo germinal.
20	Final de la epibolia. Aparición del tapón de vitelo. A continuación, desarrollo manifiesto del cuerpo embrionario.

<u>Horas</u>	<u>Características más importantes</u>
24	Formación de las cápsulas ópticas y primeros somitos. Presencia de la vesícula de KUPFFER.
30	Cerebro prácticamente formado. Se aprecian de 9 a 10 somitos.
33	Observación de las pulsaciones del corazón, movimientos del embrión y numerosos somitos. Aparecen los primeros melanóforos y desaparece la vesícula de KUPFFER.
40	Salida de la larva, rompiendo con la cabeza la membrana del huevo, y separación del corion mediante fuertes sacudidas del cuerpo.

II.22.-El desarrollo postnatal del lenguado consta de tres fases: prelarval, larval y postlarval. Estos estados están claramente diferenciados entre sí desde el punto de vista anatómico, fisiológico y ecológico.

II.23.-En el estado prelarval la alimentación se realiza a expensas de las reservas contenidas en el saco de vitelo. La actividad locomotriz es de tipo espasmótico, intermitente y no orientada. La reabsorción total del vitelo por parte de la prelarva tiene lugar entre las 72 y 96 horas, según temperaturas.

II.24.-La fase larval se caracteriza por tener ya la larva formada los ojos, las aletas pectorales, el tubo digestivo y la boca, pudiendo alimentarse por sí misma. La actividad natatoria es extraordinaria, moviéndose con gran rapidez, sobre todo en zonas cercanas a las paredes y fondo del acuario. Antes de comenzar el proceso de la metamorfosis el comportamiento de la larva cambia, pasando de ser pelágica a béntica, al tiempo que adquiere una pigmentación más oscura.

II.25.-La asimetría de la larva o metamorfosis viene definida

por la emigración del ojo izquierdo y de una de las narinas, por la deformación de la disposición de la boca y el desarrollo de la pigmentación en el lado dorsal.

II.26.-El estado postlarval se inicia una vez concluido el proceso de la metamorfosis, de manera que las postlarvas presentan una conducta y pigmentación similares a los ejemplares adultos, manifestando un mimetismo más o menos acentuado.

II.27.-El estudio de los otolitos se reveló como un método muy eficiente para determinar la edad y el crecimiento en el lenguado. La interpretación de la edad se basa en la formación anual de dos zonas, una opaca y otra traslúcida, correspondientes a los meses de máximo y mínimo crecimiento.

II.28.-El lenguado presenta dos estaciones de crecimiento, una, de ritmo intenso, en primavera y verano y otra, de ritmo lento, el resto del año. Estas diferencias se acentúan con la edad.

II.29.-Los resultados obtenidos de las lecturas de los otolitos nos han permitido establecer las relaciones talla-edad y peso-edad, teniendo en cuenta el sexo de los individuos. A partir de estos datos, se puede afirmar que, en el lenguado, las hembras presentan un crecimiento en longitud y peso más rápido que los machos.

II.30.-Los valores observados en el crecimiento del lenguado (*S. solea* L.) de las costas próximas a Castellón, han sido inferiores a los encontrados por otros autores en las poblaciones de lenguado del Atlántico, y superiores a los de otras zonas del Mediterráneo.

II.31.-Los parámetros de la curva teórica del crecimiento, obtenidos por la ecuación de von BERTALANFFY, fueron los siguientes:

talla máxima en hembras = 464 mm

talla máxima en machos = 398 mm.
peso máximo en hembras = 851 g
peso máximo en machos = 459 g
coeficiente catabólico (k) en hembras = 0,22480
coeficiente catabólico (k) en machos = 0,24608
edad teórica de talla cero (t_0) en hembras = 0,7483
edad teórica de talla cero (t_0) en machos = 1,0850
límite de edad ($A_{0,95}$) en hembras = 12,5 años
límite de edad ($A_{0,95}$) en machos = 11,01 años.

II.32.-El lenguado (S. solea) tiene un comportamiento esencialmente nocturno, permaneciendo en los fondos limosos y arenosos durante las horas diurnas. El período de actividad de esta especie se inicia al anochecer.

II.33.-El desplazamiento del lenguado en los acuarios se realiza mediante movimientos ondulatorios de los radios de las aletas dorsal y anal.

II.-34.-Se ha puesto de manifiesto la extraordinaria resistencia de esta especie a diferentes condiciones de cautividad, así como su gran adaptabilidad a las variaciones bruscas del medio.

IV. BIBLIOGRAFIA

- ABOUSSOUAN, A.-1972. Oeufs et larves de Téléostéens de l'Ouest Africain. XII. Les larves d'Heterosomata récoltées aux environs de l'île de Gorée (Sénégal). Bull. Inst. fond. Afr. noire (A) 34 (4) : 974-1003. (Citado de CARDENAS, 1977).
- ABRAHAM, B.-1964. A study of the oogenesis and egg resorption in the mullets Mugil cephalus and Mugil capito in Israel. Con. gen. Pêch. Medit., VII (45) : 435-453.
- ABRAHAM, M.-1974. L'ultrastructure de l'adénohypophyse des Muges (Téléostéens) adaptés aux biotopes de salinités diverses. Ann. Biol., 13:143-149.
- AIDA, K., K. HIROSE, M. YOKOTE & T. HIBIYA.-1973a. Physiological studies on gonadal maturation of fishes. II. Histological changes in the liver cells of Ayu following gonadal maturation and estrogen administration. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. Jpn., 39 : 1107-1115.
- AIDA, K., P. V. NGAN & T. HIBIYA.-1973b. Physiological studies on gonadal maturation of fishes. I. Sexual difference in composition of plasma protein of Ayu in relation to gonadal maturation. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. Jpn., 39:1091-1106.
- ALESSIO G. & G. GANDOLFI.-1974. Riproduzione artificiale di orata, Sparus aurata (L.) (Osteichthyes Sparidae): 4^o sviluppo embrionale e postnatale. Mem. Ist. Lomb. Sci. Lett., 26:95-132.
- ALESSIO, G. & A. AGNES.-1975. Tentativo di riproduzione artificiale della passera, Platichthys flesus luscus (Pall) (Osteichthyes,

- Pleuronectidae). Riv. It. Piscic. Ittiop., A, X (4):105-109.
- ANAND, T.C. & B.I. SUNDARARAJ.-1974. Ovarian maintenance in the hypophysectomized catfish Heteropneustis fossilis (Bloch) with mammalian hypophyseal and placental hormones and gonadal and adeno-cortical steroids. Gen. Comp. Endocrinol., 22: 154-168.
- ANDREU, B. & J. DOS SANTOS PINTO.-1957. Características biométricas del ovario de sardina (Sardina pilchardus) en la maduración, puesta y recuperación. Origen de los ovocitos. Inv. Pesq. 6:3-38.
- ANONIMO.-1965. Report on the working group on sole. Co-op. Res. Rep. Int. Conn. Explor. Sea, 5:1-126.
- ANONIMO.-1977. A new highly effective ovulating agent for fish reproduction. Scientia Sinica, XX (4):469-474.
- ANONIMO.-1978a. The role of LH-RH in induction of spawning in grass carp (Ctenopharyngodon idellus). I. Cytological and histological studies of the pituitary and the ovary. Scientia Sinica, XXI (3):390-396.
- ANONIMO.-1978b. The role of LH-RH in induction of spawning in grass carp (Ctenopharyngodon idellus). II. Ultrastructural studies of pituitary gonadotrophins. Scientia Sinica, XXI (3):397-400.
- ARBAULT, S. & N. LACROIX-BOUTIN.-1968. Ichthyoplancton: oeufs et larves de poissons Téléostéens dans le golfe de Gascogne en 1964. Rev. Trav. Inst. Pêch. marit., 32 (4):413-476.
- ARBAULT, S. & N. LACROIX-BOUTIN.-1969. Epoque et aires de ponte des poissons Téléostéens du golfe de Gascogne en 1951-1966 (Oeufs et larves). Rev. Trav. Inst. Pêch. marit. 33(2):181-202.

- ARNAUD, P. & J.C. HUREAU.-1966. Régime alimentaire de trois Téléostéens Notothemidae antarctiques (Terre Adélie). Bull. Inst. Océanogr., Monaco 66, n° 1368:1-24.
- BAGENAL, T.B.-1957. The breeding and fecundity of the long rough dab Hippoglossoides platessoides (Fabr.) and the associated cycle in condition. J. Mar. biol. Ass. U.K., 36:339-375.
- BAGENAL, T.B.-1963. The fecundity of witches in the firth of Clyde. J. Mar. biol. Ass. U.K., 43:401-408.
- BALL, J.N. & B.I. BAKER.-1969. The pituitary gland: anatomy and histophysiology. En "Fish physiology", edits. W.S. HOAR & D.J. RANDALL 2:1-110. Academic Press. New York and London.
- BARA, G.-1960. Histological and cytological changes in the ovaries of the mackerel Scomber scomber L. during the annual cycle. Fac. Scien. Univ. D'Istanbul, S.B., 25(1/2):49-91.
- BARNABE, G.-1976. Contribution à la connaissance de la biologie du loup Dicentrarchus labrax (L.) (Poisson, Serranidae). Thèse doctorale Univ. Montpellier:1-426.
- BARNABE, G., BOULINEAU-COATANEA & F. RENE.-1976. Chronologie de la morphogenèse chez le loup ou bar Dicentrarchus labrax (L.) (Pisces, Serranidae) obtenu par reproduction artificielle. Aquaculture, 8(4):351-363.
- BARANNIKOVA, I.A.-1976. Artificial hormonal regulation of the sexual cycle of fishes for commercial purposes. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 40(3 y 4):488.
- BARR, W.A.-1963a. The endocrine control of the sexual cycle in the plaice (P. platessa L.). I. Cyclical changes in the normal ovary. Gen. Comp. Endocrinol., 3:197-204.

- BARR, W.A.-1963c. The endocrine control of the sexual cycle in the plaice, Pleuronectes platessa (L.). III. The endocrine control of spermatogenesis. Gen. Comp. Endocrinol., 3:216-225.
- BARR, W.A. & B.M. HOBSON.-1963b. The endocrine control of the sexual cycle in the plaice (P. platessa L.). II. The endocrine control of oogenesis. Gen. Comp. Endocrinol., 3:205-215.
- BAS, C.-1964b. Aspectos del crecimiento relativo en peces del Mediterráneo occidental. Inv. Pesq., 27:113-119.
- BAS, C. & E. MORALES.-1966. Crecimiento y desarrollo en Micromesistius (Gadus, Merlangus) poutassou. I. Desarrollo del otolito. Inv. Pesq., 30:179-195.
- BATESON, M.-1890. The sense-organs and perception of fishes; with remarks on the supply of bait. J. mar. biol. Ass. U.K., 1:225-256 (Citado de DE GROOT, 1969).
- BERTIN, L.-1958. Larves et metamorphoses. Traité de Zoologie, t. XIII (3): 1813-1834.
- BERVENTON, R.J.H. & S.J. HOLT.-1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Inv. ser. II, XIX:1-533. (Citado de LARRANETA, 1970).
- BILLARD, R.-1974. Testosterone: effects on the maintenance of spermatogenesis in intact and hypophysectomized goldfish (Carassius auratus). J. Int. Res. Comm., 2:1231.
- BILLARD, R., E. BURZAWA-GERARD & B. BRETON.-1970. Régénération de la spermatogénèse du cyprin hypophysectomisé Carassius auratus L. par un facteur gonadotrope hautement purifié de carpe. C.R. Acad. Sc. Paris, 271:1896-1899.
- BILLARD, R., B. BRETON & A.M. ESCAFFRE.-1971. Maintien et restauration de la

spermatogénèse par un extrait acétonique hypophysaire de carpe chez cyprin (Carassius auratus) traité au méthali-bure. Ann. Biol. Bioch. Biophys., 11 (1):167-174.

BILLARD, R., B. JALABERT & B. BERTIN.-1972. Les cellules de Sertoli des poissons Téléostéens. I. Etude ultrastructurale. Ann. Biol. Bioch. Biophys., 12(1):19-32.

BLAXTER, J. H. S.-1969. Development: eggs and larval. En "Fish physiology". Edits. W. S. HOAR & D. T. RANDALL, 3:178-241. Academic Press. New York and London.

BLAXTER, J. H. S.-1975. The eyes of larval fish. Scott. Mar. Ass. Biol., n° 871: 427-443.

BLUM, V. & K. M. WEBER.-1968. The influence of prolactin on the activity of steroid-3 β -ol-deshydrogenase in the ovaries of the cichlid fish Aequidens plucher. Experimentia, 24:1259-1260 (Citado de OLIVEREAU, 1977).

BOEREMA, L. K.-1964. Some effects of diurnal variation in the catches upon estimates of abundance of plaice and sole. Rapp. P. V. Réun. Cons. perm. int. explor. Mer, 155:52-57.

BOUGIS, P.-1952. La croissance des poissons méditerranéens. Océanographie méditerranéenne. Vie et milieu, supp. 2:118-146.

BOWERS, A. B. & F. G. T. HOLLIDAY.-1961. Histological changes in the gonad associated with the reproductive cycle of the herring (Clupea harengus L.). Mar. Res., 1961 N° 5:16pp.

BRABER, L. & S. J. DE GROOT.-1973a. The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea. Neth. J. Sea. Res., 6(1-2):163-172.

BRABER, L. & S. J. DE GROOT.-1973b. On the morphology of the alimentary

- tract of flatfishes (Pleuronectiformes). J.Fish.Biol., 5: 147-153.
- BRASOLA, V.-1974. Riproduzione artificiale di sogliola (Solea solea) effettuata con successo presso la Laguna di Orbetello. Riv. It. Piscic. Ittion., 9: 99-101.
- BREGNBALLE, F.-1961. Plaice and flounders as consumers of microscopic bottom-fauna. Meddr. Kommn. Danm. Fisk-og Havunders (N.S.), 3: 133-182.
- BRETON, B. & R. BILLARD.-1974. Perspectives ouvertes par les données récentes sur l'endocrinologie de la reproduction des poissons, pour le contrôle de leur cycle reproducteur. Colloq. Aquacult., Public. CNEXO, 1: 137-148.
- BRETON, B., B. JALABERT & A. FOSTIER.-1975. Induction de décharges gonadotropes hypophysaires chez la carpe (Cyprinus carpio L.) à l'aide du citrate de cisclophène. Gen. Comp. Endocrinol. 25(4): 400-404.
- BRETT, B.-1970. Temperature. En Marine Ecology, edits. O. KINNE. New York: 515-560. (Citado de DONALDSON, 1973).
- BUCKMANN, A.-1934. Untersuchungen über die Naturgeschichte der Seezunge, die Seezungenbevölkerung und Seezungenfang in der Nordsee. Ber. dtsh. wiss. Komm., 7(2): 49-114.
- BUTLER, G. W.-1895. Report on the spawning of the common sole (Solea vulgaris) in the aquarium of the Marine Biological Association Laboratory at Plymouth during April and May 1895. J. mar. biol. Ass. U.K., 4(1): 3-9. (Citado de DE GROOT, 1969).
- CARDENAS, S.-1977. Occurrence of Solea senegalensis Kaup, 1858 (Pisces, Heterosomata), on the SW coast of Spain. I.C.E.S. C.M. 1977/G: 4, 3pp.

- CARRILLO, M.-1975. Histofisiología de la glándula hipofisaria de Spicara chryselis, C.V. Tesis doctoral. Univ. Barcelona
- CERVIGON, F.-1960. Peces recogidos en el curso de las campañas realizadas a bordo del "Costa Canaria" desde cabo Bojador a Guinea Portuguesa (Africa occidental) y consideraciones sobre su distribución. Inv. Pesq., 17:33-107.
- CHABANAUD, P.-1927. Les soles de l'Atlantique Oriental Nord et des mers adjacentes. Bull. de l'Inst. Océanogr. Monaco N°488:31-37.
- CHAMBOLLE, P.-1977. Hypophyse et reproduction chez Gambusia sp. (Poisson, Téléostéen, Poecillidae vivipare). Inv. Pesq., 41(1):1-13.
- CHAUDHURI, H.-1976. Use of hormones in induced spawning of carps. J. Fish. Res. Board Can., 33(4,2):940-947.
- CHIEFFI, G.-1972. Comparative endocrinology of the vertebrate testis. Amer. Zool., 12:207-211.
- COLLIGNON, J.-1969. Première note sur le peuplement en poissons benthiques du plateau continental atlantique marocain. Bull. Inst. Pêches marit. Maroc., 17:11-44.
- COLOMBO, L. & P. COLOMBO BELVEDERE.-1976. Steroid biosynthesis by the ovary of the european eel, Anguilla anguilla L., at the silver stage. Gen. Comp. Endocrinol., 28:371-385.
- COLOMBO, L. & P. COLOMBO BELVEDERE.-1976. Endocrine aspects of reproduction in teleost fishes. Ach. Oceanogr. Limnol. 18 supp. 3:273-293.
- COLOMBO, L. & P. COLOMBO BELVEDERE.-1977. Gonadal steroidogenesis in teleost fishes. Inv. Pesq., 41:147-164.
- COLOMBO, L., P. COLOMBO BELVEDERE & G. ARCARESE.-1978. Emergence of ovarian 11-dsoxycorticosteroid biosynthesis at ovulation time in

- the sea bass, Dicentrarchus labrax L. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):937-941.
- CRIM, L.W., R.E. PETER & R. BILLARD.-1976. Stimulation of gonadotropin secretion by intraventricular injection of hypothalamic extracts in the goldfish. Gen. Comp. Endocrinol., 30:77-82.
- CUNNINGHAM, J.T.-1890a. A treatise on the common sole (Solea vulgaris), considered both as an organism and as a commodity. Marine Biological Ass. U.K. Plymouth:147 pp. (Citado de RUSSELL, 1976).
- DEERY, D.J.-1975. Effect of catecholamines and synthetic mammalian hypothalamic hormones on the adenylcyclase activity of the pituitary of the teleost, Carassius auratus. Gen. Comp. Endocrinol., 25:395-399.
- DESBROSSES, P.-1950. La sole des côtes de Bretagne. Ann. Biol., 6:52-53.
- DE GROOT, S.J.-1966. The role visual and olfactorial factors in connection with the feeding behaviour of flatfishes. I.C.E.S. C.M. 1966/C:8:1-4.
- DE GROOT, S.J.-1969. A review paper on the behaviour of flatfishes. FAO Fisheries report 62(2):139-167.
- DE GROOT, S.J.-1969. Digestive system and sensorial factors in relation to the feeding behaviour of flatfish (Pleuronectiformes) J. Cons. int. Explor. Mer., 32(3):385-395.
- DE GROOT, S.J.-1971a. On the interrelationship between morphology of the alimentary tract food and feeding behaviour in flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes). Neth. J. Sea. Res., 5:121-196.
- DE GROOT, S.J. & A. SCHUYF.-1967. A new method for the recording of the swimming activity in flatfishes. Experientia, 23:574-576.

- DE VEEN, J.F.-1967. On the phenomenon of soles (Solea solea) swimming at the surface. J.Cons.perm.int.Explor.Mer., 31:207-236.
- DE VEEN, J.F.-1969. Recent changes in growth and fecundity in the common sole in the eastern Nort Sea. I.C.E.S. C.M. P/21:6pp.
- DE VEEN, J.F.-1970. On some aspects of maturation in the common sole (Solea solea L.). Ber.dt.wiss.Komm.Meeres forsh, 21:78-91.
- DE VLAMING, V.L.-1972c. The effects of temperature and photoperiod on reproductive cycling in the estuarine gobiid fish, Gillichthys mirabilis. Fish Bull., 70:1137-1152.
- DE VLAMING, V.L.-1974. Environmental and endocrine control of teleost reproduction. En C.B.Schreck, "Control of sex in fishes":13-83.
- DE VLAMING, V.L.-1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid Teleost, Notemigonus crysoleucas. Biol.Bull., 148:402-415.
- DE VLAMING, V.L., M.SAGE & C.B.CHARLTON.-1974. The effects of melatonin treatment on gonadosomatic index in the teleost, Fundulus similis, and the tree frog, Hyla cinerea. Gen.Comp.Endocrinol., 22:433-438.
- DIMOVSKA, A.-1977. Cytologie de l'adénohypophyse chez la perche. Inv.Pesq. 41(1):15-32.
- DODD, J.M.-1960. Gonadal and gonadotrophic hormones in lower vertebrates. En "Physiology of reproduction", edits.F.H.A.MARSHALL & A.S.PARKES, 1(2):417-582. Longmans, London.
- DODD, J.M.-1972. The endocrine regulation of gametogenesis and gonad maturation in fishes. Gen.Comp.Endocrinol., suppl.3:675-687.
- DODD, J.M.-1975. The hormones of sex and reproduction and their effects

in fish and lower chordates: twenty years on. Am.Zool.
(Supp.1),15:137-171.

DONALDSON,E.M.-1973.Reproductive endocrinology of fishes.Am.Zool.,13:
909-927.

DONALDSON,E.M.-1973.Physiological and physiochemical factors associa-
ted with maturation and spawning.EIFAC tech.Paper,nº25:
53-71.

DONALDSON,E.M. & J.R.McBRIDE.-1974.Effect of ACTH and salmon gonadotro-
pin on interrenal and thyroid activity of gonadectomized
adult sockeye salmon (Onchorhynchus nerka).J.Fish.Res.
Board.Can.,31:1211-1214.

DOS SANTOS PINTO,J. & B.ANDREU.-1956.Algunos aspectos del desarrollo
inicial del ovario de sardina (Sardina pilchardus Walb).
Inv.Pesq.,5:3-12.

DOS SANTOS PINTO,J. & B.ANDREU.-1957.Ech  lle pour la caractérisation
des phases évolutives de l'ovaire de sardine (Sardina
pilchardus Walb) en rapport avec l'histophysiologie de
la gonade.C.G.P.M. FAO,4(46):393-411.

EHRENBAUM,E.-1910a.Eier und Larven von Pleuronectiden der Nordsee und
benachbarter Gewasser.Rapp.P-v.Réun.Cons.perm.int.Explor.
Mer.,12(3):1-32.(Citado de RUSSELL,1976).

EHRENBAUM,E.-1905-09.Eier und Larven von Fischen.Nordisches Plankton,
1:1-413.(Citado de RUSSELL,1976).

EPLER,P. & K.BIENIARZ.-1978."In vitro"ovulation of European eel (Angui
lla anguilla L.)oocytes following "in vivo" stimulation
of sexual maturation.Ann.Biol.Anim.Bioch.Biophys.,18(4):
981-995.

- EVANS, M.H.-1937. A comparative study of the brains in Pleuronectidae. Proc.R.Soc.(B) 122:308-343. (Citado de DE GROOT, 1971).
- FABRE-DOMERGUE, P. & E. BIETRIX.-1905. Développement de la sole (Solea vulgaris). En "Introduction à l'étude de la pisciculture marine". Edits. VUIBERT et NOUY. Paris: 247pp.
- FENWICK, J.C.-1970c. The pineal organ. En "Fish physiology". Edits. W.S. HOAR and D.J. RANDALL: 91-108. Academic Press. New York and London
- FLUCHTER, J.-1965. Versuche zur brutanfrucht der seezunge, Solea solea, in kleinen aquarien. Helgoländer wiss.Meeresunters., 12(4): 329-452.
- FLUCHTER, J.-1966. Spawning, first feeding and larval behaviour of the North-Sea sole. ICES, CM 1966/C:3:1-5.
- FLUCHTER, J.-1970. Zur embrional und larvalentwicklung der seezunge Solea solea L. Ber.dt.wiss.Komm.Meeresforsch., 21(1-4): 369-376.
- FLUCHTER, J.-1972. Inducing of spawning in the turbot (Rhombus maximus L.) by injection of hypophyseal suspensions. Aquaculture, 1(3): 285-288.
- FLUCHTER, J. & T.J. PANDIAN.-1968. Rate and efficiency of yolk utilization in developing eggs of the sole (Solea solea L.). Helgoländer wiss.Meeresunters., 18:53-60.
- FLUCHTER, J. & F. TROMMSDORF.-1974. Nutritive stimulation of spawning in common sole (Solea solea L.). Ber.dt.wiss.Komm.Meeresforsch., 23:352-359.
- FONDS, M.-1976. The influence of temperature and salinity on growth of young sole (Solea solea L.). 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend. Belgium, Sept. 1975, vol.1:109-125.
- FONTAINE, M.-1969. La spécificité zoologique des hormones hypophysaires

et de leurs activités. Coll. Internat. CNRS, n° 177:1-412.

FONTAINE, M.-1976. Hormones and the control of reproduction in aquaculture. J. Fish. Res. Board. Can., 33(4,2):922-939.

FRANCHI, L.L., A.M. MANDL & S.S. ZUCKERMAN.-1962. The development of the ovary and the process of oogenesis. En "The ovary". Edits. S.R. ZUCKERMAN, 1:1-88. Academic Press. London and New York.

FUCHS, J.-1978. Influence de la photopériode sur la croissance et la survie de la larve et du juvénile de sole (Solea solea) en élevage. Aquaculture, 15(1):67-74.

FURNESTIN, J., J. DARDIGNAC, C. MAURIN, A. VINCENT, R. COUPE & H. BOUTIERE.-1958. Données nouvelles sur les poissons du Maroc Atlantique. Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit., 22(4):381-493.

GHIRARDELLI, E.-1959. Contribution à l'étude de la biologie des soles (Solea solea) en moyenne Adriatique. C.G.P.M. FAO, 5(68):13-16.

GILLET, C., B. BRETON & R. BILLARD.-1978. Seasonal effects of exposure to temperature and photoperiod regimes on gonadal growth and plasma gonadotropin in goldfish (Carassius auratus). Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):1045-1049.

GIRIN, M.-1974. Régime alimentaire et pourcentage de survie chez la larve de sole (Solea solea L.). Collq. Aquacult. Publ. CNEXO,

GIRIN, M.-1979. Méthodes de production des juvéniles chez trois poissons marins, le bar, la sole et le turbot. CNEXO, Rapp. Scient. Techn., n° 39:202 pp.

GNATCHENKO, L.G.-1976. On ripening of oocytes in vitro under the influence of hypophyses of some species of fish and chorionic

- human gonadotropin. Proc. Res. Inst. Mar. Fish. Oceanogr., 115: 41-45.
- GOETZ, F. & H. L. BERGMAN. -1978. The "in vitro" effects of mammalian and piscine gonadotropin and pituitary preparations on final maturation in yellow perch (Perca florescens) and walleye (Stizostedion vitreum). Can. J. Zool., 56(2):348-350.
- GORDIN, H. & Y. ZOHAR. -1978. Induced spawning of Sparus aurata (L.) by means of hormonal treatments. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. 18(4):985-990.
- GOSWAMI, S. V. & B. J. SUNDARARAJ. -1974. Effects of C18, C19 and C21 steroids on "in vitro" maturation of oocytes of the catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch). Gen. Comp. Endocrinol., 23(3):282-285.
- GRESIK, E. W., J. G. QUIRK & J. B. HAMILTON. -1973a. A fine structural and histochemical study of the Leydig cells in the testes of teleost Oryzias latipes (Cyprinodontiformes). Gen. Comp. Endocrinol., 20(1):86-98.
- GRESIK, E. W., J. G. QUIRK & J. B. HAMILTON. -1973b. Fine structure of the Sertoli cell of the testis of the teleost Oryzias latipes. Gen. Comp. Endocrinol., 21(2):341-352.
- HAGENMAIER, H. E. -1974. Wie schlupfen Fische? Umschau Heft, 5, 5, 74:156-157 (Citado de BARNABE, 1976).
- HAIDER, S. G. & V. BLUM. -1977. On the evolution of pituitary gonadotropin system in lower vertebrates. Inv. Pesq., 41(1):185-204.
- HENDERSON, N. E. -1963. Influence of light and temperature on the reproductive cycle of the eastern brook trout Salvelinus fontinalis (Mitchill). J. Fish. Res. Board. Can., 20:859-877.

- HIROSE, K.-1971. Biological study on ovulation "in vitro" of fish.-I. Effects of pituitary and chorionic gonadotropins on ovulation "in vitro" of medaka, Oryzias latipes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 37:585-591.
- HIROSE, K.-1972b. Biological study on ovulation "in vitro" of fish.-IV. Induction of "in vitro" ovulation in Oryzias latipes oocyte using steroids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38:457-461.
- HIROSE, K.-1973. Biological study on ovulation "in vitro" of fish.-VI. Effects of metopirone (SU-4885) on salmon gonadotropin and cortisol induced "in vitro" ovulation in Oryzias latipes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39(7):765-769.
- HIROSE, K.-1976. Endocrine control of ovulation in medaka (Oryzias latipes) and ayu (Plecoglossus altivelis). J. Fish. Res. Board. Can., 38:989-994.
- HIROSE, K. & E.M. DONALDSON.-1972. Biological study on ovulation "in vitro" of fish.-III. The induction of "in vitro" ovulation of Oryzias latipes oocytes using salmon pituitary gonadotropin. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38:97-100.
- HIROSE, K. & ISHIDA, R.-1974. Effects of cortisol and human chorionic gonadotrophin (HCG) on ovulation in ayu Plecoglossus altivelis (Temminck and Schlegel) with special respect to water and ion valance. J. Fish. Biol., 6:537-564.
- HIROSE, K. & R. ISHIDA.-1974. Induction of ovulation in the ayu Plecoglossus altivelis, with LH-Releasing Hormone (LH-RH). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 40(12):1235-1240.
- HIROSE, K., Y. MAGUIDA & E.M. DONALDSON.-1976. Induction of ovulation in the Japanese flounder (Limanda yokohamae) with human chorio-

- nic gonadotropin and gonadotropin salmon. Bull.Jap.Soc. Sci.Fish.,42(1):13-21.
- HOAR,W.S.-1965.Comparative physiology: hormones and reproduction in fishes.Ann.Rev.Physiol.,27:51-70.
- HOAR,W.S.-1969.Reproduction.En "Fish physiology".Edits. W.S.HOAR and D.S.RANDALL,3:1-12.Academic Press.London and New York.
- HOLT,E.W.L.-1892.North Sea investigations.-I.On the relation of size to sexual maturity in Pleuronectids.J.mar.biol.Ass.U.K. N.S.,2:363-379.
- HTUN-HAN,M.-1978a.The reproductive biology of the dab Limanda limanda (L.) in the North Sea:seasonal changes in the ovary. J. Fish.Biol.,13(3):351-359.
- HTUN-HAN,M.-1978b.The reproductive biology of the dab Limanda limanda (L.) in the North Sea:seasonal changes in the testis.J. Fish.Biol.,13(3):361-367.
- HTUN-HAN,M.-1978c.The reproductive biology of the dab Limanda limanda (L.) in the North Sea:gonadosomatic index,hepatosomatic index and condition factor.J.Fish Biol.,13(3):369-378.
- HUREAU,J.C.-1970.Biologie comparée de quelques poissons anctartiques (Notothenidae).Bull.Inst.Oceanogr.Monaco 68 n°139:244pp.
- HYDER,M.-1970.Gonadal and repr oductive patterns in Tilapia leucosticta (Teleostei:Cichlidae) in an equatorial lake,Lake Naivasha (Kenya).J.Zool.,London,162:179-195.(Citado de DONALDSON,1973).
- HYDER,M.-1972.Endocrine regulation of reproduction in Tilapia.Gen Comp. Endocrinol.,Suppl.3:729-740.
- IRVIN,N.D.-1973.Temperature tolerance in early developmental stages of

do ver sole. FAO Fish. Report, 141:449-463.

ISHIDA, R., K. HIROSE & E. M. DONALDSON. -1972. Induction of ovulation in ayu Plecoglossus altivelis with salmon pituitary gonadotropin. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38:1007-1012.

JALABERT, B. -1975. Maturation par différents stéroïdes non maturants de la efficacité de la 17- α -hydroxy 20 β -dihydroprogestérone ou d'un extrait gonadotrope sur la maturation intra-folliculaire "in vitro" des oocytes de la truite arc-en-ciel Salmo gairdneri. C.R. Acad. Sci. Paris, 281:811-814.

JALABERT, B. -1976. "In vitro" oocyte maturation and ovulation in rainbow trout (Salmo gairdneri), Northern pike (Esox lucius) and Goldfish (Carassius auratus). J. Fish. Res. Board. Can., 33:974-988.

JALABERT, B., B. BRETON & R. BILLARD. -1974. Dosage biologique des hormones gonadotropes de poissons par le test de maturation "in vitro" des oocytes de truite. Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys., 14(2):217-228.

JALABERT, B., B. BRETON & A. POSTIER. -1978. Precocious induction of oocyte maturation and ovulation in rainbow trout (Salmo gairdneri): problems when using 17 α -hydroxy-20 β -dihydroprogesterone. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):577-584.

JALABERT, B., C. BRY, D. SZOLLOSI & A. POSTIER. -1973. Etude comparée de l'action des hormones hypophysaires et stéroïdes sur la maturation "in vitro" des oocytes de la truite et du carassin. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 13:59-72.

JALABERT, B., F. W. GOETZ, B. BRETON, A. POSTIER & E. M. DONALDSON. -1978. Precocious induction of oocyte maturation and ovulation in

- coho salmon, Oncorhynchus kisutch. J. Fish. Res. Board. Can., 35(11):1423-1429.
- JONES, A.-1972b. An examination of the factors to be considered in the choice of species. Mar. Fish. Farming, Lab. Leaflet n° 24 (Citado de GIRIN, 1979),
- JONES, A.-1974. Sexual maturity, fecundity and growth of the turbot Scophthalmus maximus L. J. mar. biol. Ass. U.K., 54:109-125.
- KAUP, J. J.-1858. Übersicht der Soleinae der vierten Subfamilie der Pleuronectidae. Arch. Naturgesch., 24(1):94-104.
- KAYA, C. M.-1973. Effects of temperature and photoperiod on seasonal regression of gonads of green sunfish, Lepomis cyanellus. Copeia, 2, 1973:369-373.
- KHOO, K. H.-1975. The corpus luteum of goldfish (Carassius auratus L.) and its functions. Can. J. Zool., 53(9):1306-1323.
- KHOO, K. H.-1979. The histochemistry and endocrine control of vitellogenesis in goldfish ovaries. Can. J. Zool., 57(3):617-626.
- KLEYN, L. J. & J. F. DE VEEN.-1967. On the existence of separate sole populations in the eastern part of the North Sea. ICES, C.M. 1967/P:10:1-6.
- KRUIJK, H.-1963. Diurnal periodicity in the activity of the common sole (Solea vulgaris Quensel). Neth. J. Sea Res., 2:1-28.
- KUO, C. M. & W. O. WATANABE.-1978. Circadian responses of teleostean oocytes to gonadotropins and prostaglandins determined by cyclic AMP concentration. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):949-956.
- KUO, C. M., C. E. NASH & Z. H. SHEHADEH.-1974a. A procedural guide to induce spawning in grey mullet (M. cephalus). Aquaculture, 3:1-14.

- KUO, C.M., C.E.NASH & Z.H.SHEHADEH.-1974b. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (M. cephalus). Aquaculture, 3(1):25-43.
- KUO, C.M., Z.H.SHEHADEH & C.E.NASH.-1973. Induced spawnings of captive grey mullet (M. cephalus) females by injection of human chorionic gonadotropin. Aquaculture, 1(4):429-432.
- KYLE, H.M.-1913. Flat-Fishes (Heterosomata). Report. Danish Ocean. Exp. 1908-1910. Mediterranean and adjacent seas. Vol. II Biol.:3-150.
- LABOURG, P.J. & P.STEQUERT.-1973. Régime alimentaire du bar Dicentrarchus labrax L. des réservoirs à poissons de la région d'Arca-chon. Bull. Ecol. t. IV, 3:187-194.
- LAGARDERE, F.-1975. Biologie du cétéau Dicologlossus cuneata (MOREAU). Etologie alimentaire. Rev. Trav. Inst. Pêch. marit., 33(1):63-103.
- LAHAYE, J.-1972. Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes. Rev. Trav. Inst. Pêch. marit., 36(2):191-207.
- LAHAYE, J. & C.DENIEL.-1975. Action de la photopériode sur la croissance des jeunes turbots et de jeunes soles après leur métamorphose. 10th European Symposium Mar. Biol., 1:255-256.
- LAM, T.J., S.PANDEY, Y.NAGAHAMA & W.S.HOAR.-1978. Endocrine control of oogenesis, ovulation and oviposition in goldfish. En "Comparative endocrinology". Edits. P.J.GUILLARD and H.H.BOER:55-64. Elsevier, North-Holland.
- LAMBERT, J.G.D.-1970. The ovary of the guppy Poecilia reticulata. The granulosa cells as sites of steroids biosynthesis. Gen. Comp. Endocrinol., 15:464-476.
- LARRAÑETA, M.G.-1964. Sobre la biología de Pagellus erythrinus (L.), especie

- cialmente del de las costas de Castellón. Inv. Pesq., 27: 121-146.
- LARRAÑETA, M.G.-1967. Crecimiento de Pagellus erythrinus (L.) de las costas de Castellón. Inv. Pesq., 31(2): 185-258.
- LAST, J.M.-1977. The food of four species of Pleuronectiform larvae in the Eastern English Channel and Southern North Sea. I.C.E. S. C.M. 1977/F: 17: 9pp.
- LEBOUR, M.V.-1918a. The food of post-larval fish. J.mar.biol.Ass.U.K., 11: 433-469.
- LEBOUR, M.V.-1919a. Feeding habits of some young fish. J.Mar.Biol.Ass.U.K. 12: 9-21.
- LEBOUR, M.V.-1919b. The food of post-larval fish. J.Mar.Biol.Ass.U.K., 12: 22-47.
- LEBOUR, M.V.-1920b. The food of young fish. J.Mar.Biol.Ass.U.K., 12: 261-324.
- LEE, J.Y.-1966. Oeufs et larves planctoniques des poissons. Rev.Trav.Inst. Pêch.marit., 30(2-3): 174-208.
- LILEY, N.R.-1969. Hormones and reproductive behaviour in fishes. En "Fish physiology", edits. W.S. HOAR and D.J. RANDALL, 3: 3-110.
- LINNEO, C.-1758. Systema Naturae. Edit 10ª t. I p. 270. (Citado de LOZANO y REY, 1960).
- LOFTS, B.-1968. Patterns of testicular activity. En "Perspectives in Endocrinology", Edits. J.N. BARRINGTON and C.B. JØRGENSEN: 239-304 Academic Press. London.
- LOFTS, B., G.E. PICKFORD & J.W. ATZ.-1966. Effects of methyltestosterone on the testes of a hypophysectomized cyprinodont fish, Fundulus heteroclitus. Gen.Comp.Endocrinol., 6: 74-88.
- LOZANO CABO, F.-1967. Los peces planos (Pleuronectiformes) de interés para

la industria pesquera española. Publ. Téc. Inv. Est. Pesca, 6: 195-234.

LOZANO Y REY, L.-1952. Ictiología ibérica. T. III. Peces Fisoclistos, subserie torácicos. 1ª parte. Mem. Real Acad. Cien. Exact. Fis. y Nat., 378 pp.

LOZANO Y REY, L.-1960. Peces fisoclistos. Tercera parte. Subserie Torácicos (Ordenes Equeneiformes y Gobiformes), Pediculados y Asimétricos. Mem. Real Acad. Cien. Exact. Fis. y Nat. Madrid, ser: Cien. Nat., 14: 613 pp.

MACKAY, N. J.-1973. The effects of gonadotropin preparations and steroid hormones on the ovaries of intact and gonadotropin-deprived gudgeons, Hypseleotris galli. Gen. Comp. Endocrinol., 21(2): 278-286.

MACPHERSON, E.-1978. Régimen alimentario de Micromesistius poutassou (Risso, 1810) y Gadiculus argenteus Guichenot, 1850 (Pisces, Gadidae) en el Mediterráneo occidental. Inv. Pesq., 42(2): 305-316.

MACQUARRIE, O. W., J. R. MARKET & W. E. VANSTONE.-1978. Photoperiod induced off-season spawning of coho salmon (Oncorhynchus kisutch). Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4): 1051-1058.

MARGETTS, A. R.-1958. Some outstanding problems of the population biology of North Sea sole. ICES Near Northern Seas Comm., 110. Mimeo. (Citado de ANONIMO, 1965).

MARZA, V. D.-1938. Histophysiologie de l'ovogenèse. Paris. HERMAN and Cie. Editeurs. 81 p. (Citado de YAMAMOTO and YAMAZAKI, 1961).

MATEY, V. Y.-1975. The reaction of the hypothalamic hypophyseal neurosecretory system of the guppy (Lebistes reticulatus) to an

- alteration of ambient temperature. J. Ichth., 15(5):775-790
- MATTA, F.-1961. Preliminary notes on the catching of soles by the "Rapi-
do" trawl net. Proc. Gen. Fish. Coun. Medit., 6:159-162.
- MAURIN, C.-1968. Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlanti-
ques (de la baie ibéro-marocaine à la mauritaine) et de
la Méditerranée occidentale. Rev. Trav. Inst. Pêch. marit., 32
(1):5-147.
- MAURIN, C., F. LOZANO CABO & M. BONNET.-1970. Inventaire faunistique des
principales espèces ichthyologiques fréquentant les cô-
tes nord-ouest africaines. Rapp. P. V. Réun. Cons. perm. int.
Explor. mer., 159:15-21.
- McBRIDE, J. R. & A. P. VAN OVERBEERE.-1969. Cytological changes in the pi-
tuitary gland of the adult sockeye salmon (Oncorhynchus
nerka) after gonadectomy. J. Fish. Res. Board. Can., 26:1147-
1156.
- M'INTOSH, W. C. & E. E. PRINCE.-1890. On the development and life histories
of the teleostean food and other fishes. Trans. R. Soc. Edinb.
35:665-946. (Citado de RUSSELL, 1976.
- MØLLER CHRISTENSEN, J.-1960. The stock of soles (S. solea) and the sole
fishery on the Danish North Sea coast. Medd. fra Danm. Fisk.
og Havunders., 3(2):19-53
- MØLLER CHRISTENSEN, J.-1964. Burning of otoliths, a technique for age de-
termination of soles and other fish. J. Cons. perm. int. Ex-
plor. Mer., 29:73-81.
- MUÑOZ, F.-1976. Estudio de los sedimentos marinos de la plataforma coste-
ra frente a las costas de Castellón. Inv. Pesq., 40(2):401-
453.

- NICHOLS, J.H.-1976. Soleidae of the eastern north Atlantic. Fish. Ident. Zooplankton 150/151:10p. (Citado de CARDENAS, 1977).
- NICOL, J.A.C.-1961. Photomechanical changes in the eyes of fishes. I. Retinomotor changes in Solea solea L.. J.mar.biol.Ass.U.K., 41(3):695-708.
- OLIVEREAU, M.-1976. Gonadotrophic cells in Atlantic salmon pituitary: unity or duality?. Gen Comp. Endocrinol., 28(1):82-95.
- OLIVEREAU, M.-1977. Gonadotrophic cells in teleost fish. Inv. Pesq., 41(1):67-68.
- OLIVEREAU, M.-1977. Données récentes sur le contrôle endocrinien de la reproduction chez les Téléostéens. Inv. Pesq., 41(1):69-94.
- OLIVEREAU, M.-1978. Les cellules gonadotropes chez les Salmonides. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):793-798.
- OOTA, I. & K.YAMAMOTO.-1966. Interstitial cells in the immature testis of the rainbow trout. Annot. Zool. Jap., 39(3):142-148.
- PADOA, E.-1956. Heterosomata. Fauna Flora Golfo Napoli, Monogr., 38:783-877. (Citado de RUSSELL, 1976).
- PANDEY, S., N.STACEY & W.S.HOAR.-1973. Mode of action of clomiphene citrate in inducing ovulation of goldfish. Can. J. Zool., 51:1315-1316.
- PETER, R.E. & L.W.CRIM.-1978. Hypothalamic lesions of goldfish: effects on gonadal recrudescence and gonadotropin secretion. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):819-823.
- PETERSON, D.A.-1972. Barometric pressure and its effects on spawning activities of rainbow trout. Prog. Fish. Cult., 34:110-112. (Citado de DONALDSON, 1973).
- PICKFORD, G.E. & J.W.ATZ.-1957. The physiology of the pituitary gland of

fishes. New York Zoological Soc., 613 pp.

- PIPPING, M.-1927. Der Geruchssinn der Fische mit besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für das Aufsuchen des Futters. Acta Soc. Sci. Fenn. (B), 2(4):1-28.
- PITT, T.K.-1973. Food of American plaice (Hippoglossoides platessoides) from the Grand Bank, Newfoundland. J. Fish. Res. Board. Can., 30(9):1261-1273.
- POSTON, H.A. & D.L. LIVINGSTON.-1969. Effect of continuous darkness and continuous light on the functional sexual maturity of brook trout during their second reproductive cycle. Hatchery Report, 38:25-29. (Citado de DONALDSON, 1973).
- RÆ, B.D.-1970. The distribution of Flatfishes in Scottish and adjacent waters. Mar. Res., 1970 nº2:39 pp.
- RAMOS, J.-1977. Primeras experiencias de cría del lenguado (Solea solea L.). Inf. Téc. Inst. Inv. Pesq., 43:1-16.
- RAMOS, J.-1978. Experiencias de cultivo de dorada (Sparus aurata L.) en tanques. Inf. Téc. Inst. Inv. Pesq., 55:3-20.
- RAMOS, J., J.M. SAN FELIU, F. AMAT & F. MUÑOZ.-1979. Primeras experiencias de cría de la lubina, Dicentrarchus labrax (L.). Inf. Téc. Inst. Inv. Pesq., 61:3-16.
- REINBOTH, R.-1972. Hormonal control of the teleost ovary. Ann. Zool., 12:307-324.
- REMACLE, C.-1976. Actions hormonales sur les cellules germinales mâles de Carassius auratus L. en culture organotypique. Gen. Comp. Endocrinol., 29:480-491.
- RICKER, W.E.-1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. J. Fish. Res. Board. Can., 119:300 pp.

- RISSO, A.-1810. Ichthyologie de Nice. Paris. p. 247. (Citado de LOZANO Y REY 1960).
- RODRIGUEZ-RODA, J.-1957. Crecimiento relativo del atún, Thunnus Thynnus (L.) de Barbate (costa sudatlántica española). Inv. Pesq., 9:33-64
- ROSENTHAL, H.-1966. Beobachtungen über das Verhalten der Seezungenbrut. Helgoländer wiss. Meeresunters., 13(3):213-228.
- ROSENTHAL, H. & M. FONDS.-1973. Biological observations during rearing experiments with the garfish Belone belone. Marine Biology, 21:203-218.
- RUSSELL, F. S.-1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press. London and New York. 524 pp.
- SALAH EL-DIN EL-ZARKA.-1963. Acclimatization of Solea vulgaris L. in Lake Quarun, Egypt. J. Cons. perm. int. Explor. Mer., 28(1):126-136.
- SHEHADEH, Z. H., W. D. MADDEN & T. P. DOHL.-1973b. The effect of exogenous hormone treatment on spermiation and vitellogenesis in the grey mullet, Mugil cephalus L. J. Fish. Biol., 5(4):473-487.
- SHEHADEH, Z. H., KUO, C. M. & K. K. MILISEN.-1973c. Validation of an "in vitro" method for monitoring ovarian development in the grey mullet (Mugil cephalus). J. Fish. Biol., 5(4):489-496.
- SHELBORNE, J. E.-1956. The effects of water conservation on the structure of marine fish embryos and larvae. J. mar. biol. Ass. U.K., 35:275-286.
- SHELBORNE, J. E.-1975. Marine fish cultivation: pioneering studies on the culture of the larvae of the plaice (Pleuronectes platessa L.) and the sole (Solea solea L.). Fish. Inv. Minist. Agric. Fish. Food, G.B. (2), 27(9):1-29.

- SNEED, K.E. & H.K. DUPREE.-1961. The effect of thyroid-stimulating hormone combined with gonadotrophic hormones on the ovulation of goldfish and green sunfish. Prog. Fish. Cult., 23(4):179-182.
- STEVEN, G.A.-1930. Bottom fauna and the food of fishes. J. mar. biol. Ass. U. K., 16:677-706.
- STEIDACHNER, A.-1868. Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene reise. Stizb. Akad. wiss. Viena. t. LVII part. 5^o:351-424. (Citado de LOZANO Y REY, 1960).
- SUAU, P.-1970. Contribución al estudio de la biología de Lithognathus (Pagellus) mormyrus L. (Peces espáridos). Inv. Pesq., 34(2):237-265.
- SUNDARARAJ, B.I., T.C. ANAND & U.R.P. SINHA.-1972. Effects of carp pituitary fractions on vitellogenesis, ovarian maintenance and ovulation in hypophysectomized catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch). J. Endocrinol., 54:87-98.
- SUNDARARAJ, B.I., S.U. GOSVAMI & E.M. DONALDSON.-1972b. Effect of salmon gonadotropin on "in vitro" maturation of oocytes of a catfish Heteropneustes fossilis. J. Fish. Res. Board. Can., 29(4):435-437.
- SUNDARARAJ, B.I. & S. VASAL.-1976. Photoperiod and temperature control in the regulation of reproduction in the female catfish Heteropneustes fossilis. J. Fish. Res. Board. Can., 33:959-973.
- SWINGLE, S.W.-1956. A repressive factor controlling reproduction in fishes. Proc. Pacif. Sci. Congr., 3:865-871.
- SZOLIOSI, D., B. JALABERT & B. BRETON.-1978. Postovulatory changes in the theca folliculi of the trout. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.

18(4):883-891.

- TALIKINA, M.G.-1974. Oogenesis and sexual cycle of the black sea turbot (S. maeoticus maeoticus). J. Ichth., 14(3):377-384.
- TAYLOR, C.C.-1958. Cod growth and temperature. J. Cons. Int. Explor. Mer., 23(3):366-370.
- THIELEMANN, M.-1916. Einige Beobachtungen über das Wachstum der Seesunge (Solea vulgaris Quensel) und ihr Vorkommen im Nordfriesischen Wattenmeer. Helgoländer wiss. Meeresunters., 11:119-213. (Citado de ANONIMO, 1965).
- TITAREV, Y.F.-1975. Acceleration of maturation in the rainbow trout (Salmo gairdneri) under the influence of increased water temperature. J. Ichth., 15(3):507-509.
- TOPP, R.W. & F.M. HOFF.-1972. Flatfishes (Pleuronectiformes). Mem. Hourglass Cruises, vol. IV, part. II, contrib. n° 197:1-135.
- TORCHIO, M.-1971. Nota ecologica sull'attuale popolamento dei Soleidi nel Mar Ligure occidentale (Osteichthyes Pleuronectiformes). Nat. Soc. Ich. Sc. Nat. Museo Civ. St. Mat. Acquario Civ. Milano, 62/4:479-504.
- TORCHIO, M.-1973. Soleidae. En: Check-list of the fishes of the north eastern Atlantic and of the Mediterranean. Edits. J.C. HUREAU et T. MONOD: 628-634. Paris.
- UEDA, H. & H. TAKAMASHI.-1976. Acceleration of ovulation in the loach Misgurnus anguillicaudatus by the treatment with clomiphene citrate. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 27(1):1-5.
- VELLANO, C., A. BONA, V. MAZZI & D. COLLUCI.-1974. The effect of synthetic luteinizing hormone releasing hormone on ovulation in the crested newt. Gen. Comp. Endocrinol., 24(3):338-340.

- VERHEIJEN, F.J. & S.J. DE GROOT.-1967. Diurnal activity of plaice (Pleuronectidae) in aquaria. Neth. J. Mar. Res., 3:383-390.
- VIVIEN, J.-1958. Les glandes endocrines. Traité de Zoologie. T. XIII (II): 1470-1544. Edits. Masson et Cie. Paris.
- WALES, W.-1975. Extraretinal control of vertical migration in fish larvae. Nature, 253(5486):42-43. Coll. Reprint Scott. Mar. Biol. Ass. Cent. n° 899.
- WEIBE, J.P.-1968. The effects of temperature and day-length on the reproductive physiology of the viviparous seaperch, Cymatogaster aggregata Gibbons. Can. J. Zool., 46:1207-1219.
- WEIBE, J.P.-1969. Endocrine control of spermatogenesis and oogenesis in the viviparous seaperch Cymatogaster aggregata Gibbons. Gen. Comp. Endocrinol., 12:267-275.
- WEIL, C., R. BILLARD, B. BRETON & B. JALABERT.-1978. Tituitary response to LH-RH at different stages of gametogenesis in the rainbow trout (Salmo gaidneri). Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):863-869.
- WHITEHEAD, C., N.R. BROMAGE, J.R.M. FORSTER & A.J. MATTY.-1978. The effects of alteration in photoperiod on ovarian development and spawning time in the rainbow trout (Salmo gaidneri). Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18(4):1035-1043.
- WOODHEAD, P.M.J.-1964a. Changes in the behaviour of sole (S. solea L.) during cold winters and the relation between the winter catch and sea-temperature. Helgoländer wiss. Meeresunters., 10:328-342.
- WOODHEAD, P.M.J.-1964b. A change in the normal pattern of capture of soles during the seven winter of 1963. Rapp. P.-v. Réun. Cons.

perm.int.Explor.Mer.,155(8):45-47.

- WOODHEAD,P.M.J.-1964c.The death of North Sea fish during the winter of 1962/63 particularly with reference to the soles, Solea vulgaris.Helgolander wiss.Meeresunters,10(1/4):283-300.
- YAMAMOTO,K.-1956a.Studies on the formation of fish eggs.Annual cycle in the development of ovarian eggs in the flounder,Liopsetta obscura.J.Fac.Sci.Hokkaido Univ.,6(12):362-73.
- YAMAMOTO,K.-1956b.Studies on the formation of fish eggs.II.Changes in the nucleus of the oocyte of Liopsetta obscura with special reference to the activity of the nucleolus.J.Fac.Sci.Hokkaido Univ.,Ser.I,Zool.,12(3):375-390.
- YAMAMOTO,K.-1956c.Studies on the formation of fish eggs.VIII.The fate of the yolk vesicle in the oocyte of the smelt Hypomesus japonicus,during vitellogenesis.Embriologia,3(2):131-138.
- YAMAMOTO,K. & F.YAMAZAKI.-1961.Rhythm of development in the oocyte of the goldfish,Carassius auratus.Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ.,15(1):5-19.
- YAMAMOTO,K. & H.YOSHIOKA.-1964.Rhythm of development in the oocyte of the medaka,Oryzias latipes.Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ.,15(1):5-19.
- YAMAMOTO,K. M.OMORI & K.YAMAUCHI.-1974.Oogenesis of the Japanese eel.Bull.Jap.Soc.Sci.Fish.,40(1):9-15.
- YAMAZAKI,F.-1965.Endocrinological studies on the reproduction of the female goldfish Carassius auratus (L.) with special reference to the function of the pituitary gland.Mem.Fac.Fish.Hokkaido Univ.,13(1):1-64.
- YAMAZAKI,F.-1976.Applications of hormones in fish culture.J.Fish.Res.

Board.Can.,33(42):948-958.

- YAMAZAKI,F. & E.M.DONALDSON.-1968b.The effects of partially purified salmon pituitary gonadotropin on spermatogenesis,vitello genesis and ovulation in hypophysectomized goldfish (Carassius auratus).Gen.Comp.Endocrinol.,11:292-299.
- YAMAZAKI,F.& E.M.DONALDSON.-1969.Involvement of gonadotropin and steroid hormones in the spermiation of the goldfish (Carassius auratus).Gen.Comp.Endocrinol.,12:491-497.
- YOSHIOKA,H.-1962.On the effects of environmental factor upon the reproduction of fishes.I.The effects of day-length in the reproduction of the japanese killifish,Oryzias latipes.Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ.,13:123-140.
- YOSHIOKA,H.-1963.On the effects of environmental factors upon the reproduction of fishes.II.Effects of short and long day-lengths on Oryzias latipes during the spawning season.Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ.,14(3):137-151.
- ZANUY,S.-1975.Desarrollo del huevo y estados larvarios de cabrilla (Paracentropistis cabrilla L.).Inv.Pesq.,39(2):473-491.
- ZANUY,S.-1975.Inducción a la puesta y estudio de la ovogénesis en un Teleósteo marino:Paracentropistis cabrilla L.Tesis doctoral Univ.Barcelona.
- ZOHAR,Y & R.BILLARD.-1978.New data on the possibilities of controlling reproduction in Teleost fish by hormonal treatment.Coll. Biol.Pêch.Aquac.Thon.Medit.,7pp.
- ZUÑIGA,L.R.-1967.Estudio de Boops boops (L.) del Levante español.Inv. Pesq.,31(3):283-318.

